ORTAÖĞRETİM

FİZİK
10

DERS KİTABI

Hasan BACAK
Özlem TUĞRUL
Tahsin DEMİRCİLER



DEVLET KİTAPLARI
Kitabın Basıldığı Matbaa Adı, 2023

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ....: 9507
DERS KİTAPLARI DİZİSİ ....: 1950

HAZIRLAYANLAR

Editör	Prof. Dr. İzzet KARA
Dil Uzmanları	Dr. Ayşe Şule SÜZÜK
	Muhammed ALKAN
Görsel Tasarımcılar	Serkan ERİŞ
	Sultan Alev DİRİN
Program Geliştirme Uzmanı	Doç. Dr. Serhat SÜRAL
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Öğr. Gör. Tolga COŞGUNER
Rehberlik Uzmanı	Şerife GÖZEN

BASKI
Matbaa Adı ve Ticari Ünvanı
Tel: (000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-7696-7

Millî Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulunun 18.08.2023 gün ve 81748376 sayılı kararı ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

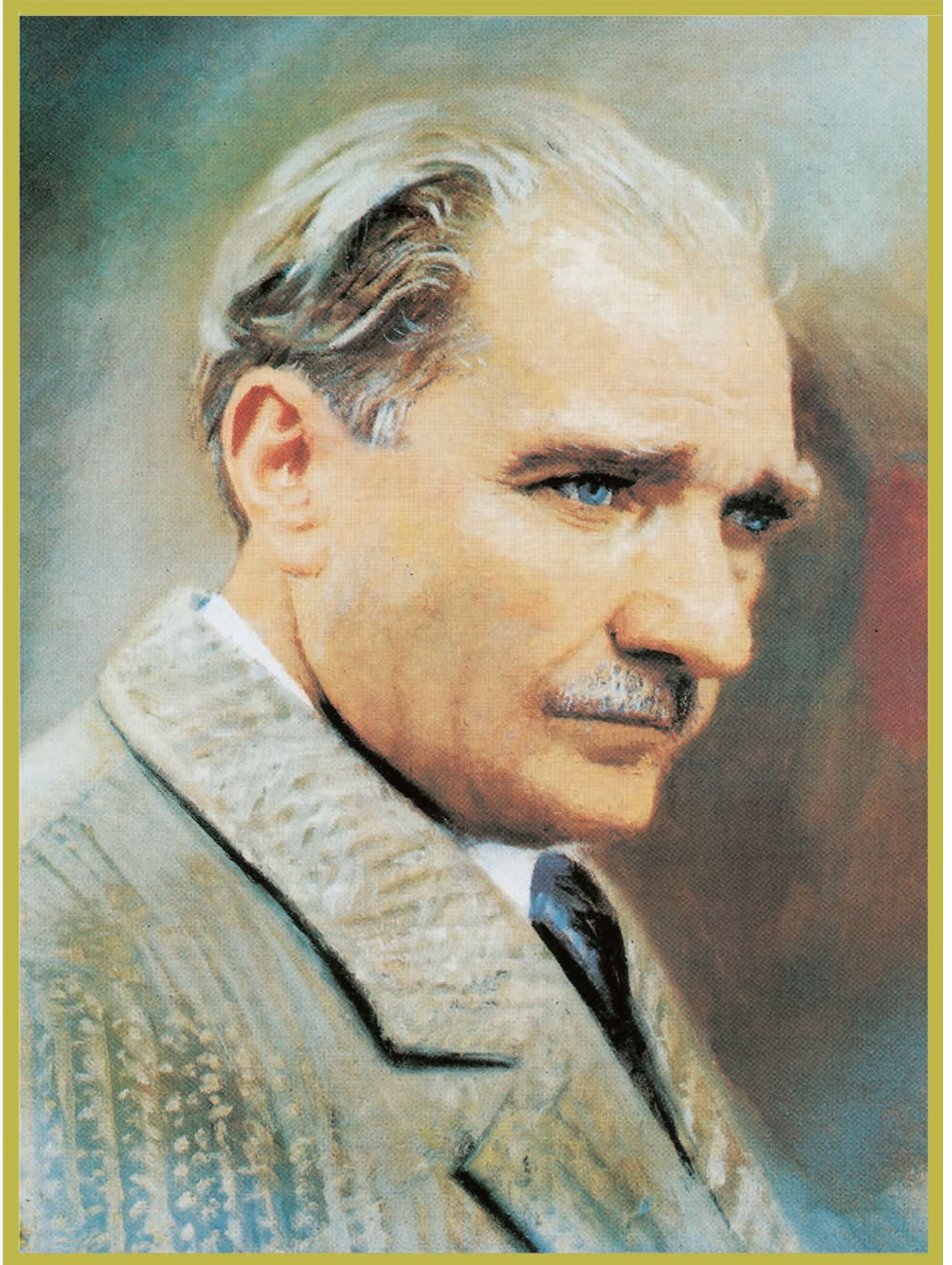
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

GÜVENLİK İŞARETLERİ

ELDİVEN GİY Yapılacak işlemde cilde zararlı maddelerin kullanıldığını gösterir. Çalışırken kimyasal maddelere dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.	**YANICI MADDE** Yapılacak işlemde yanıcı ve parlayıcı maddelerin kullanıldığını gösterir. Ateş, kıvılcım ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
GÖZLÜK KULLAN Deneye başlamadan önce gözlük kullanılması gerektiğini belirtir. Gözlük kullanılmadan çalışılması göz sağlığına zarar verir.	**ÇEVREYE ZARARLI (EKOTOKSİK)** Doğaya atıldıklarında uzun süre bozunmadan kalabilen, toprak, su ve hava kirliliği oluşturan maddelerdir. Bu maddeler çöpe atılmamalı veya lavaboya dökülmemelidir.
KORUYUCU ELBİSE GİY Laboratuvar deneylerinde kullanılan malzemelerin sıçramasıyla elbiselerin aşınmasını önlemek için önlük veya tulum kullanılmasının uygun olduğunu gösterir.	**KOROZOTİF (AŞINDIRICI)** Canlı dokular ile kumaş, metal gibi yüzeylere temas ettiğinde aşındırabilen maddelerdir. Göz ve deriye hasar verdikleri için korunma amaçlı önlemler alınmalıdır.
MASKE KULLAN Yapılacak işlemde kimyasal tepkimeler sonucu gazlar oluşabileceğinden maske kullanılması gerektiğini belirtir.	**TOKSİK (ZEHİRLİ)** Ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere neden olur. Kanserojen etki yapabilir. Teması, solunması, yutulması veya içilmesi hâlinde kesinlikle tıbbi yardım alınmalıdır.
KESİCİ/DELİCİ CİSİM UYARISI Yapılacak işlemlerde kesici/delici gereçlerin kullanıldığını ve işlemler sırasında yaralanmaların oluşabileceğini belirtir.	**LASER IŞINI** Yapılacak işlemlerde LASER ışığının göze tutulmaması gerektiğini belirtir.
SICAK CİSİM UYARISI Yapılacak işlemde bir ısıtıcı ya da sıcak bir yüzeyin olduğunu gösterir. El, ayak ve diğer organların yanmaması için özen gösterilmelidir.	**OKSİTLEYİCİ, YAKICI MADDE** Yapılarında bulunan oksijen nedeniyle yakıcı etki gösterir. Yakıcı maddeler ile yanıcı maddeler yan yana bulundurulmamalıdır.
KIRILABİLİR CAM UYARISI Cam malzemelerin kırılabileceğini gösterir. Cam malzemelerin aşırı ısıtılma ve ani sıcaklık değişimlerine maruz kalmaması sağlanmalıdır.	**PATLAYICI** Kıvılcım, ısınma, alev, vurma, çarpma ve sürtünmeye maruz kaldığında patlayabilir. Ateş, kıvılcım ve ısıdan uzak tutulmalıdır. Uygun mesafede durulmalı ve koruyucu giysi giyilmelidir.
ELEKTRİK UYARISI Yapılacak işlemlerde elektriği şehir hattından kullanmak gerektiğini, güç kaynağı kullanırken iletken kısımlara dokunmanın tehlikeli olacağını belirtir.	**TAHRİŞ EDİCİ** Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabilir. Göz ve vücuda temasından kaçınılmalıdır. Kapalı ortamda buharları solunmamalı ve çalışırken koruyucu giysi giyilmelidir.

İÇİNDEKİLER

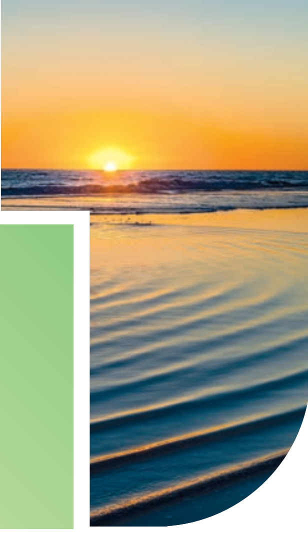
1. ÜNİTE: ELEKTRİK VE MANYETİZMA



2. ÜNİTE: BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ



3. ÜNİTE: DALGALAR



4. ÜNİTE: OPTİK



Ünite içeriğine uygun görseli gösterir.

Ünite numarasını ve adını gösterir.

1.ÜNİTE

ELEKTRİK VE MANYETİZMA

Ünite içinde yer alan konuları gösterir.

ÜNİTE KONULARI

Ünitede yer alan anahtar kavramları gösterir.

ANAHTAR KAVRAMLAR

1.1. ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ
Elektrik akımı
Potansiyel farkı
Direnç

1.2. ELEKTRİK DEVRELERİ
Ohm Yasası
Eşdeğer direnç
İç direnç
Elektromotor kuvveti
Elektrik enerjisi
Elektriksel güç

1.3. MIKNATIS VE MANYETİK ALAN
Manyetik alan

1.4. AKIM VE MANYETİK ALAN

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede elektrik akımı, direnç, potansiyel farkı kavramları arasındaki ilişki analiz edilecektir. Basit elektrik devreleri üzerinden elektrik enerjisi ve elektriksel güç kavramları ilişkilendirilecektir. Mıknatısların ve elektrik akımının oluşturduğu manyetik alan analiz edilecektir. Dünya'nın manyetik alanının sonuçları açıklanacaktır.

Ünite karekodu

Ünite sunu karekodu

12 13

Ünitelerde neler öğrenileceği bilgisinin kısaca verildiği bölümdür.

Ünite sunularının karekodlarını gösteren bölümdür.

Ünite numarasını gösterir.

2. ÜNİTE

Konu başlıklarını gösterir.

Ünite adını gösterir.

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

ÜNİTEYE BAŞLARKEN

Ünite girişlerindeki etkinliklerin yer aldığı bölümdür.

2. ÜNİTE

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

ÜNİTEYE BAŞLARKEN

İnsanlar, bilim ve teknolojinin henüz çok gelişmediği yıllarda bazen doğayla mücadele edebilmek bazen de işlerini kolaylaştırabilmek için bazı araçlar veya uygulamalar geliştirdiler. Örneğin karda batmamak için ağaç dalları ve liflerden yapılma geniş yüzeyli ayakkabılar yaptılar. Suda yolculuk yapabilmek için ağaçtan sallar, tekneler ve gemiler yaptılar. Uçabilmek için de balonu icat ettiler.

Bilim ve teknoloji ilerledikçe bu uygulamaların yerini daha gelişmiş sistemler almıştır. Artık tonlarca kütleye sahip araçlar paletler sayesinde karda batmadan ilerleyebilmektedir. Bugün yüzlerce yolcu taşıyabilen uçaklarla kıtalar arası yolculuk saatler içinde yapılabilmektedir. Binlerce tonluk metal gemiler denizde batmadan yüzebilmektedir.

Görselleri inceleyerek soruları cevaplayınız.

1. **Karda insanların veya araçların palet sistemini kullanması hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Bu kavram hakkında neler biliyorsunuz?**




2. **Balon ve uçakların havada uçabilmesi hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Uçakların kanat sisteminin uçağın hareketindeki görevi ne olabilir?**




3. **Çelikten yapılan gemilerin denizde yüzebilmesi hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Bu kavram hakkında neler biliyorsunuz?**




84

2.1. BASINÇ

Kuvvetin cisimlerin şeklinde değişikliğe yol açtığı, cisimlerin hareketini etkilediği ve cisimler üzerinde iş yapabildiği önceki yıllarda öğrenilmişti. Kuvvetin diğer bir etkisi de yüzeylerde basınç oluşturabilmesidir.

Günlük yaşamda basınç kavramıyla sıkça karşılaşılır. Batma, kesme ve delme gibi olaylarda basınç etkilidir. Bazı akıllı telefonların ekranları ve çizim tabletleri basınca duyarlıdır (Görsel 2.1). Araçların yolda güvenli şekilde ilerleyebilmesi için lastik hava basınçlarının belli değerlerde olması gerekmektedir (Görsel 2.2).



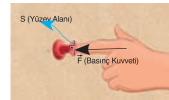
Görsel 2.1: *Çizim tableti*



Görsel 2.2: *Lastik hava basıncı*

Basıncı oluşturan temel etki basınç kuvvetidir. **Basınç kuvveti** yüzeye etki eden net dik kuvvettir ve **F** harfiyle gösterilir (Şekil 2.1). SI birim sisteminde birimi **newton** [nivtın (N)] kabul edilir. Birim yüzeye etki eden basınç kuvvetine **basınç** denir ve **P** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **pascal** [paskal (Pa)] kabul edilir.

Basınç birimi 1 Pa = 1 N/m^2 dir.



Şekil 2.1: *Yüzeye uygulanan basınç kuvveti*

Basınç kuvveti, yüzey alanı ve basınç arasındaki ilişkinin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.

MATEMATİKSEL MODEL

$P = \frac{F}{S}$

P : Basınç (Pa)
F : Basınç kuvveti (N)
S : Yüzey alanı (m^2)

85

84

Sayfa numaralarını gösterir.



MATEMATİKSEL MODEL

Konu ile ilgili bağıntıların yer aldığı bölümdür.

Görsel 2.2: *Lastik hava basıncı*

Ünite içinde yer alan görsellerin ve görsel numaralarının yer aldığı bölümdür.

Yorumlama etkinlikleri-nin yer aldığı bölümdür.



YORUMLAYINIZ

YORUMLAYINIZ

Lamba üreten firmalar lamba ambalajlarının üzerine güç, eş değer güç ve toplam ışık akısı değerlerini yazar. Görseldeki LED lambanın ambalajında yazan 13 W değeri bu lambanın gücünü gösterir. 100 W değeri eş değer gücü ifade eder. Bir başka ifadeyle bu değer LED lambanın akkor lambalarda karşılığı olan güç değeridir. 1521 lümen ise LED lambanın yayacağı ışık akısıdır.



Çalışma odanızı yeterince aydınlatmak için bir ampul satın almak istiyorsunuz. Bu durumda ampulün hangi değerine dikkat edersiniz? Yorumlayınız.

Araştırma etkinliklerinin yer aldığı bölümdür.



ARAŞTIRINIZ

ARAŞTIRINIZ

Basınç ile yüzey alanı ilişkisinin örneklerine canlılarda da rastlanır. Örneğin fillerin 6 tonu bulabilen kütlelerine karşın zemine batmamalarının sebebi geniş tabanlı ayaklara sahip olmalarıdır.



Canlılarda basınç ile yüzey alanı ilişkisini araştırınız. Araştırma sonucunda bulduğunuz örneklerden üçünü aşağıdaki boşluğa yazınız.

Konuyla ilgili ilgi çekici bilgilerin yer aldığı bölümdür.



BİLGİ KUTUSU

BİLGİ KUTUSU

Gün doğumu ve gün batımında Güneş'in gerçek konumu aslında ufkun altındadır. Bunun nedeni güneş ışınlarının atmosferden geçerken kırılmaya uğramasıdır. Kırılmadan kaynaklanan süre farkı yaklaşık 2 dakikadır. Aynı süre gün doğumunda da geçerlidir. Bu nedenle şayet atmosfer olmasaydı gündüz süresi şu anki süreden 4 daki-ka daha kısa olurdu.



Tartışma etkinliklerinin yer aldığı bölümdür.



TARTIŞINIZ

TARTIŞINIZ

Cam bardak belli frekanstaki sesle titreşmeye başlar. Sesin şiddeti yeterince yüksekse bardaktaki titreşimlerin genliği artar. Artan genlik bir süre sonra bardağı kırabilir. Bardakta küçük kusurların bulunması hâlinde, belli frekans ve şiddetteki insan sesi de bardakta aynı etkiyi oluşturur. Genel ağ adreslerinden konuyla ilgili videoları izleyebilirsiniz.



Bu olayı nasıl açıklarsınız? Tartışınız.

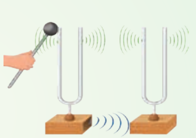
ÖRNEK ÇÖZÜM

Konu içinde veya sonunda örnek sorulara ve çözümlere yer verilen bölümdür.

ÖRNEK

Şekilde özdeş K ve L diyapazonları yan yana durmaktadır. K diyapazonuna tokmakla vurulduğunda çıkan ses dalgaları L diyapazonunu da titreştirmektedir.

Buna göre her iki diyapazondan çıkan ses dalgalarının frekansları, hızları, şiddetleri ve tınıları arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

Tokmakla K diyapazonuna vurulduğunda K diyapazonu L diyapazonuyla rezonansa gelir. Böylece K ve L aynı frekansla titreşir. Diyapazonlar aynı ortamda oldukları için her birinden yayılan ses dalgalarının hızlarının büyüklükleri eşittir. K diyapazonundan her yöne yayılan enerjinin ancak bir kısmı L'ye ulaşacağından K'den çıkan ses dalgalarının enerjisi dolayısıyla şiddeti daha fazladır. Diyapozanlar özdeş oldukları için çıkan seslerin tınıları da birbirine eşittir.

13. SIRA SİZDE

Konu içinde veya sonunda öğrencinin cevaplayacağı soruların bulunduğu bölümdür.

13. SIRA SİZDE

Yüksek sesle müzik dinlenen bir otomobilin yanında duran diğer otomobillerin kapıları, camları ve plastik aksamları müziğin ritmiyle uyumlu bir şekilde titreşir. Bu olayı nasıl açıklarsınız?



ETKİNLİK (DENEY)

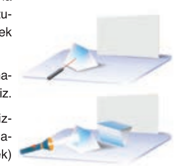
Etkinlik isminin ve amacının, etkinlikte kullanılacak araç gerecin, etkinliğin uygulama basamaklarının ve değerlendirme sorularının yer aldığı bölümdür.

ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	Işığın Prizmalarda Kırılması	1 Ders Saati / Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	Işık prizmalarında tek renkli ışığın izleyeceği yolu çizebilme ve beyaz ışığın bileşenlerine ayrılmasını yorumlayabilme.	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Tek renkli (kırmızı, yeşil veya mavi) LASER ışık kaynağı • Noktasal beyaz ışık kaynağı • 2 adet ışık prizması • Beyaz karton

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Karanlık bir ortamda tek renkli LASER ışık kaynağını ışık prizmasına doğru tutarak ışığın prizma içindeki ve prizmadan çıkıştaki doğrultusunu gözlemleyiniz. Işığın prizmaya geliş doğrultusunu değiştirerek prizmadan çıkış doğrultusunun nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.
2. Aynı deney düzeneğinde LASER yerine beyaz ışık kaynağı kullanarak deneyi tekrarlayınız ve ışığın renklerine ayrılmasını gözlemleyiniz.
3. Beyaz ışıkla yapılan deney düzeneğinde ikinci prizmayı ışık prizmasından çıkan ışınların önüne ve birinci prizmaya göre ters olacak şekilde (prizmanın tepe kısmını ve tabanını yer değiştirerek) yerleştiriniz. İkinci prizmadan çıkan ışığın rengini ve doğrultusunu gözlemleyiniz.



Değerlendirme

1. Tek renkli ışığın prizmaya girişte ve prizmadan çıkışta izlediği yolu Snell Yasası'yla nasıl açıklarsınız?
2. Beyaz ışığın prizmadan çıkışta altı farklı renge ayrılmasını nasıl yorumlarsınız?



Ünite sonlarında ölçme ve değerlendirme sorularının bulunduğu bölümdür.



1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-9. sorularda boş bırakılan yerlere gelecek kelimeleri aşağıdaki kutucuklardan bularak yerleştiriniz.

manyetik alan	doğru	akım
güç	eğilme	çekme
elektrik	reosta	sapma
itme	akım şiddeti	paralel

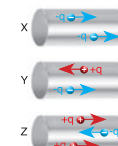
1. Bir iletkenin dik kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına .... denir.
2. Bir iletken telin direnci, öz direnci ve boyu ile .... orantılı, telin dik kesitiyle ters orantılıdır.
3. Bir devrede ayarlanabilen dirence .... denir.
4. Bir elektrik devresinde voltmetre devre elemanına .... bağlanır.
5. Bir elektrik devresinde lambanın parlaklığı ile lambanın .... değeri doğru orantılıdır.
6. Sağ el kuralı ile üzerinden akım geçen telin etrafında oluşan manyetik alan bulunurken başparmak .... yönünü, teli saran dört parmak .... yönünü gösterir.
7. Dünya'nın dönme ekseni ile manyetik eksen arasındaki açıya .... açısı denir.
8. Pil ve akümülatörlerde kimyasal enerji .... enerjisine dönüşür.
9. İki mıknatıs birbirine yaklaştırıldığında aynı cins kutuplar birbirine .... , zıt kutuplar ise birbirine .... kuvveti uygular.

Verilen bilgiler doğrultusunda 10-31. soruların doğru seçeneklerini işaretleyiniz.

10. Elektrik akımı ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Katılarda serbest elektronların hareketiyle oluşur.
B) Şiddeti ampermetreyle ölçülür.
C) Katılarda yönü elektronların hareketi yönündedir.
D) Sıvılarda iyon hareketiyle oluşur.
E) Plazmalarda serbest elektron ve iyon hareketiyle oluşur.

11. X, Y ve Z iletkenlerinin dik kesitlerinden birim zamanda geçen yükler ve yüklerin hareket yönleri şekilde gösterilmiştir.



Buna göre iletkenlerde oluşan I_X, I_Y ve I_Z akım şiddetleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

A) $I_X = I_Y > I_Z$
B) $I_X = I_Y = I_Z$
C) $I_X = I_Z > I_Y$
D) $I_Z > I_X = I_Y$
E) $I_Z > I_X > I_Y$



Ünite ile ilgili daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Ünite kavramları ile ilgili bulmacayı çözmek için karekodu okutunuz.

Ek soru ve bulmaca karekodlarının yer aldığı bölümdür.

1.ÜNİTE

ELEKTRİK VE MANYETİZMA



ÜNİTE KONULARI

1.1. ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ

1.2. ELEKTRİK DEVRELERİ

1.3. MIKNATIS VE MANYETİK ALAN

1.4. AKIM VE MANYETİK ALAN

ANAHTAR KAVRAMLAR

1.1. ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ
Elektrik akımı
Potansiyel farkı
Direnç

1.2. ELEKTRİK DEVRELERİ
Ohm Yasası
Eşdeğer direnç
İç direnç
Elektromotor kuvveti
Elektrik enerjisi
Elektriksel güç

1.3. MIKNATIS VE MANYETİK ALAN
Manyetik alan

1.4. AKIM VE MANYETİK ALAN

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede elektrik akımı, direnç, potansiyel farkı kavramları arasındaki ilişki analiz edilecektir. Basit elektrik devreleri üzerinden elektrik enerjisi ve elektriksel güç kavramları ilişkilendirilecektir. Mıknatısların ve elektrik akımının oluşturduğu manyetik alan analiz edilecektir. Dünya'nın manyetik alanının sonuçları açıklanacaktır.


Ünite karekodu


Ünite sunu karekodu



ÜNİTEYE BAŞLARKEN

İnsanlar günümüzden 220 yıl öncesine kadar geceleri bulundukları ortamı aydınlatmak ve ısınmak için ateşi kullanmıştır. Mekanik araçlar ise insanların işlerini biraz olsun kolaylaştımak için icat edilmiştir. 18. yüzyılda Benjamin Franklin'in (Bencamin Frenklin) yıldırımlı havalarda yaptığı uçurtma deneyleri elektrik çağının kapısını açmıştır. 19. yüzyılda Alessandro Volta (Alessandıra Volta) kendi tasarladığı pil ile ilk kez elektrik enerjisi üretmeyi başarmıştır. Elektrik enerjisi günümüzde aydınlatma, hurda metalleri toplama, otomobilleri çalıştırma, makineyle bulaşık yıkama gibi pek çok işte kullanılmaktadır.

Görselleri inceleyerek soruları cevaplayınız.











1. **Görseller fiziğin hangi kavramlarıyla ilişkilidir? Görsellerin ilişkili olduğunu düşündüğünüz kavramların solunda yer alan kutucuğu işaretleyiniz.**

	Elektrik yükü
	Elektrik akımı
	Elektron
	Nötron

	Hidrolik
	Potansiyel farkı
	Enerji
	Manyetizma

2. **İşaretlediğiniz kavramlar hakkında neler biliyorsunuz? Açıklayınız.**



1.1. ELEKTRİK AKIMI, POTANSİYEL FARKI VE DİRENÇ

Elektrik insanlığın keşfettiği önemli bir enerji türüdür. Hayatın bir parçası hâline gelen cep telefonları, bilgisayarlar, küçük ev aletleri gibi birçok cihaz elektrik enerjisiyle çalışır. Günlük yaşamda kullanılan kumaşlar, ayakkabılar, makineler elektrik enerjisiyle çalışan sanayi makineleri tarafından üretilir (Görsel 1.1). Hastanelerde teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan cihazların neredeyse tamamı elektrikli cihazlardır. Elektrik enerjisinin diğer enerji türlerine göre benzersiz olmasının nedeni kolay bir şekilde taşınabilmesi ve başka enerji türlerine kolaylıkla dönüşebilmesidir.

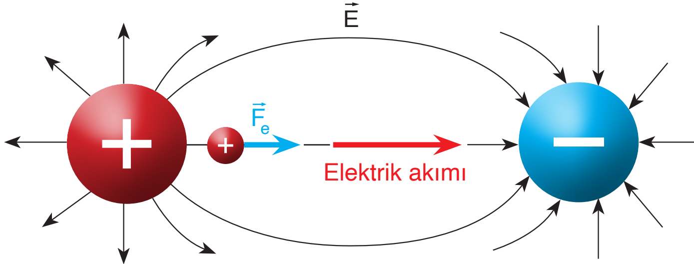


Görsel 1.1: *Elektrik enerjisiyle çalışan makineler*

9. sınıf fizik dersinde durgun elektrik yükleri ve bunların sebep olduğu olaylar anlatılmıştı. Elektrik akımının oluşumunu ve etkilerini anlayabilmek için yüklerin hareketini bilmek gerekir çünkü elektrik akımı hareketli yükler tarafından oluşturulur.

1.1.1. Elektrik Akımı

Pozitif ve negatif yüklü cisimler etraflarında elektrik alanı oluşturur. Yüklü cisimlerin arasına bırakılan pozitif bir yüke elektrik alanı yönünde $\vec{F}_e$ elektriksel kuvvet etki eder (Şekil 1.1). Kuvvetin etkisinde kalan yük, negatif yüklü cisme doğru hareket ederek o bölgede net bir yük akışı meydana getirir. Ortamdaki bu net yük akışına **elektrik akımı** adı verilir.

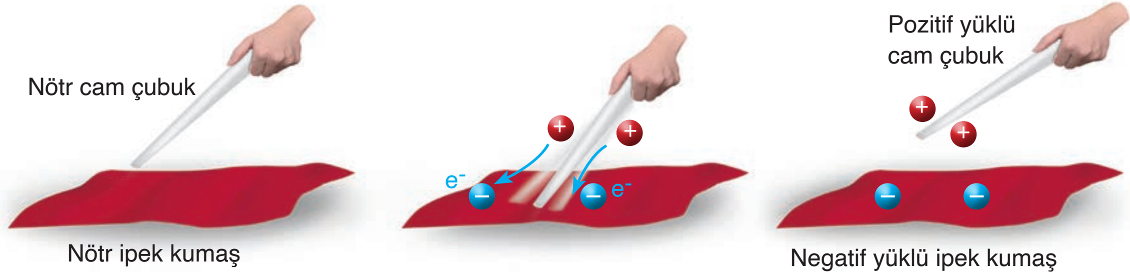


Şekil 1.1: *Elektrik akımının oluşumunda elektrik alanının etkisi*

Elektrik devrelerinde üretecin pozitif ve negatif kutbu, devredeki telin uçları arasında elektrik alanı oluşturarak teldeki yüklerin hareket etmesini sağlar. Böylece telde elektrik akımı oluşur. Elektrik akımı, iki nokta arasındaki potansiyel farkı sayesinde meydana gelir.

1.1.2. Potansiyel Farkı

Potansiyel farkı kavramı sürtünme ile elektriklenme olayı üzerinden daha rahat anlaşılır. Hatırlanacağı üzere sürtünme ile elektriklenme maddelerin yük dengesini değiştirmenin yollarından biridir. Örneğin başlangıçta nötr olan cam çubuk ve ipek kumaş gibi elektron vermeye ve almaya istekli iki madde birbirine sürtülürse sistem üzerinde iş yapılarak elektronlara enerji aktarılır. Bu sayede cam atomlarının son yörüngelerinde bulunan elektronlar yerlerinden koparak kumaş atomlarına bağlanır. Böylece cam çubuk pozitif, ipek kumaş da negatif yükle yüklenmiş olur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: *Nötr cam çubuk ve nötr ipek kumaş arasındaki elektron alışverişi*

İş yapılarak elektronlarda depolanan bu enerjiye **elektriksel potansiyel enerji** adı verilir ve SI (Uluslararası Birim Sistemi) birim sisteminde birimi **joule** [jul (J)] kabul edilir. Birim yük başına düşen elektriksel potansiyel enerjiye ise **elektriksel potansiyel** adı verilir. **V** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **volt** (V) kabul edilir.

Cam çubuk ve ipek kumaş örneğinde sürtünme sonucu pozitif yükle yüklenen cam çubuk yüksek potansiyele, negatif yükle yüklenen ipek kumaş da düşük potansiyele sahip olur. Sürecin sonunda iki cisim arasında elektriksel potansiyel farkı oluşur. Elektrikte iki nokta arasındaki potansiyel farkına **gerilim** veya **voltaj** denir.

Yüklü cam çubuk ve ipek kumaşın yüklü kısımları iletken telle birleştirilirse ipek kumaşta bulunan elektronlar telin üzerinden geçerek cam çubuğa gider (Şekil 1.3). Böylece telde elektrik akımı oluşur. Potansiyel farkı açısından düşünüldüğünde elektrik akımını oluşturan etki, telin iki ucu arasındaki potansiyel farkıdır. Üreteçler, devredeki tellerin uçları arasında potansiyel farkı oluşturarak akımın meydana gelmesini sağlayan devre elemanlarıdır.

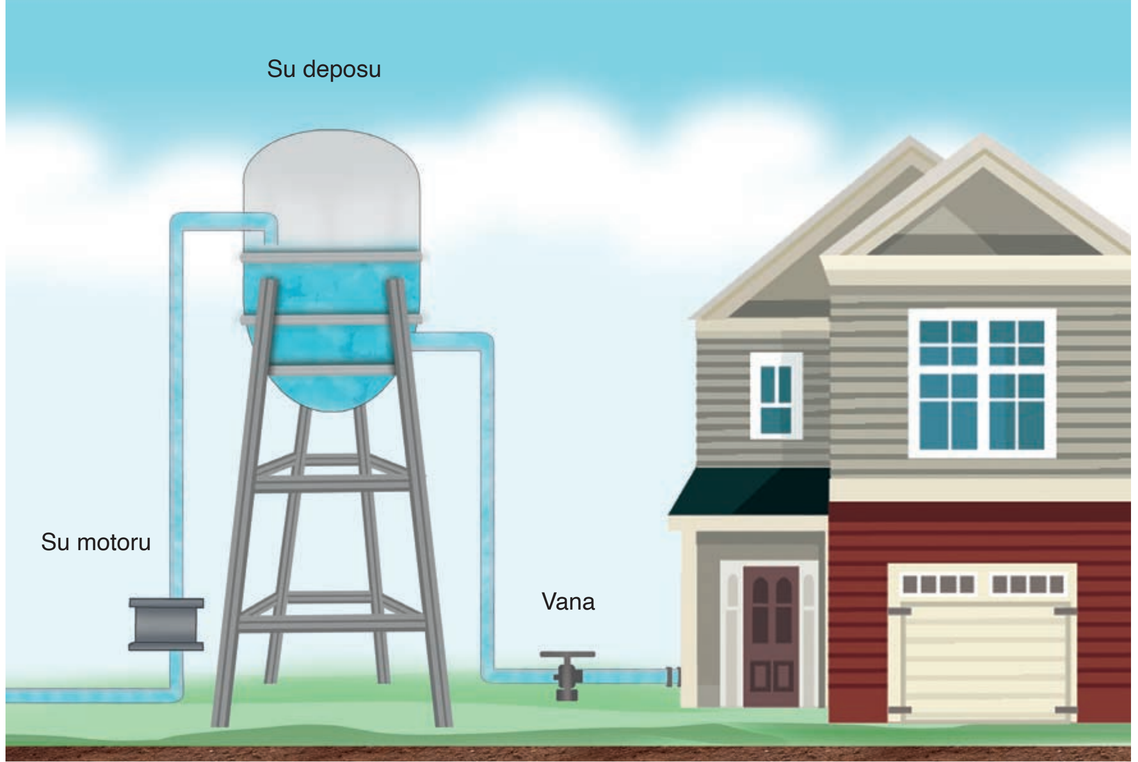


Şekil 1.3: *Elektriksel potansiyel farkı*



YORUMLAYINIZ

Su kesintileri; borulardaki patlama ve sızıntı, bakım ve onarım çalışmaları, şebeke arızaları gibi nedenlerle meydana gelebilir. Su depolama sistemleri, bu gibi sorunlar yüzünden su sıkıntısı yaşanmaması için kurulur. Su depolarında bulunan su motoru zemindeki suyu depoya pompalar. Su kesintilerinde vana açılınca depodaki su, yer çekiminden kaynaklanan potansiyel enerji farkı sebebiyle binaya kadar ulaşır. Depodaki su kullanıldıkça su motoru yardımıyla depo tekrar doldurulur.



Suyun depolanması ve akması ile elektrik akımının oluşum süreci arasında benzerlik kurunuz ve buna göre aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

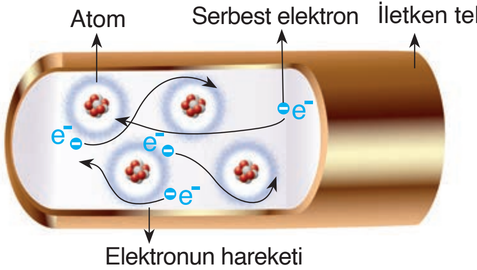
Suyun Depolanması ve Akması	Elektrik Akımının Oluşması
Su motoru iş yaparak suya enerji kazandırır.	
Depodaki suyun enerjisi yer çekimi potansiyel enerjisidir.	
Depodaki suyla zemin arasında yer çekimi potansiyel enerjisi farkı oluşur.	
Yer çekimi potansiyel enerjisi farkı sayesinde su akışı gerçekleşir.	

Katı, Sıvı, Gaz ve Plazmalarda Elektrik İletimi

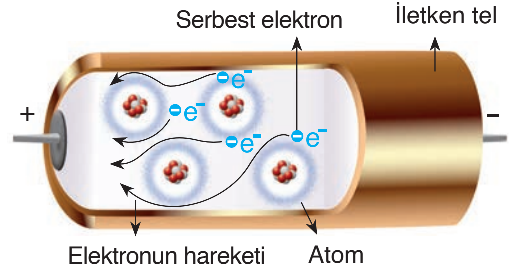
Elektrik akımının oluşması için potansiyel farkına, serbest hareket edebilen yüklere ve yüklerin hareket edebileceği bir ortama ihtiyaç vardır. Yüklerin serbestçe hareket edebildiği, elektrik akımını ileten ortamlara **iletken** adı verilir.



Metaller iyi birer iletkendir çünkü bol miktarda serbest elektrona sahiptir. **Serbest elektron**, iletkenin atomları arasındaki boşlukta veya atomdan atoma geçerek serbestçe öteleme hareketi yapabilen elektrondur (Şekil 1.4). Metallerde serbest elektronun fazla olmasının nedeni atomlarının son yörüngelerinde 1 ila 3 arasında elektron bulunmasıdır. Bu elektronlar o kadar zayıf bir kuvvetle atoma bağlıdır ki en küçük etkiyle bile (ısı, ışık) yörüngelerinden koparak serbest hâle geçer. İletken bir telin uçlarına potansiyel farkı uygulandığında her yöne ve rastgele hareket eden serbest elektronlar pozitif kutba doğru hareket eder (Şekil 1.5). Bu durum iletken teldeki elektrik akımını oluşturur.



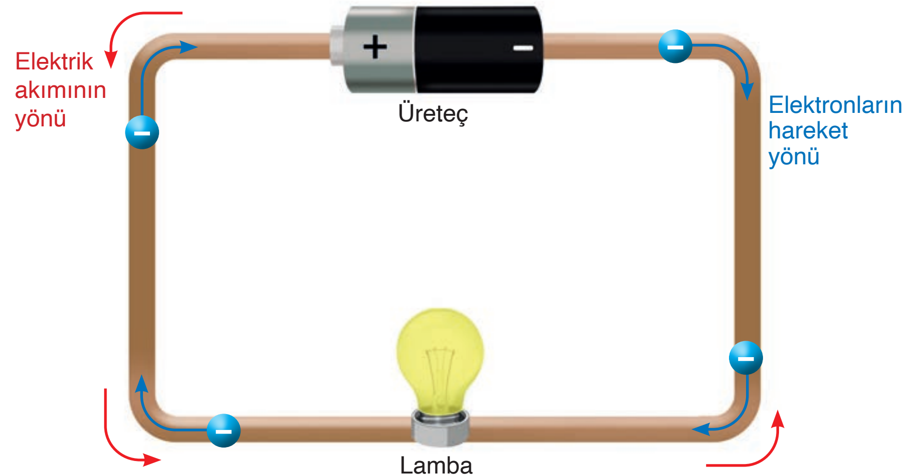
Şekil 1.4: *Serbest elektronların düzensiz hareketi*



Şekil 1.5: *Serbest elektronların düzenli hareketi*

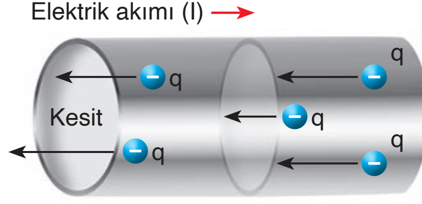


İletken telde oluşan elektrik akımı negatif yüklerin (serbest elektronların) hareketidir çünkü katı hâldeki iletkenlerde pozitif yükler öteleme hareketi yapmaz. Maddenin atomik yapısının bilinmediği zamanlarda elektrik akımının pozitif yük hareketiyle oluştuğu düşünülmüş ve pozitif yüklerin hareket yönü de akımın yönü olarak kabul edilmiştir. Sonraki yıllarda pozitif yüklerin hareket etmediği anlaşılmıştır fakat buna rağmen akım yönü kabulü değişmemiştir. Günümüzde ise elektrik akımının yönü, pozitif yüklerin hareket yönünde veya negatif yüklerin hareket yönünün tersi şeklinde kabul edilir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6: *Elektronların hareketi ve elektrik akımı yönünün gösterimi*

İletken telin dik kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım şiddeti** denir ve **I** harfiyle gösterilir (Şekil 1.7). SI birim sisteminde birimi **amper** (A) kabul edilir. Akım şiddeti aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilir.



Şekil 1.7: *Telin kesit alanından geçen yükler*



MATEMATİKSEL MODEL

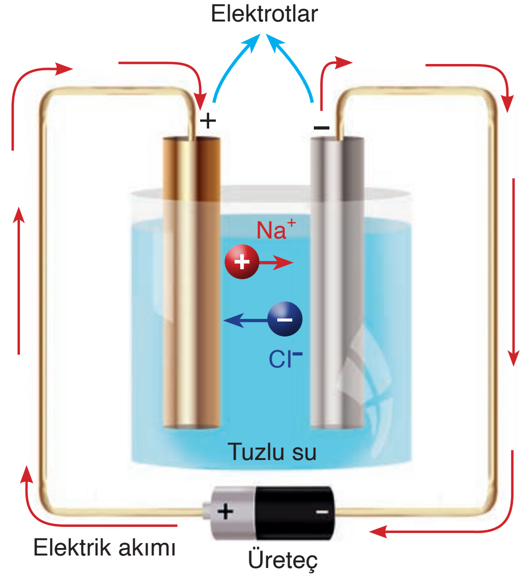
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

I : Akım şiddeti (A)

Δq : Telin kesit alanından geçen yük miktarı (C)

Δt : Yüklerin kesit alanından geçiş süresi (s)

İyonik sıvılar pozitif ve negatif yüklü iyonlar barındırdığından elektrik akımını iletir. Tuzlu su bu duruma örnektir. Tuzlu su çözeltisinde negatif yüklü klor iyonlarıyla (Cl^-) pozitif yüklü sodyum iyonları (Na^+) vardır. Tuzlu suyun içine iletken çubuklar (elektrot) daldırılıp uçlarına da potansiyel farkı uygulanırsa negatif iyonlar pozitif elektrota, pozitif iyonlar da negatif elektrota doğru hareket eder (Şekil 1.8). Böylece tuzlu su elektrik akımını iletir. Saf su veya şekerli su gibi iyon barındırmayan sıvılar ise elektrik akımını iletmez.



Şekil 1.8: *Tuzlu sudaki yük hareketi*

Gazlar normal şartlarda iyon veya serbest elektron barındırmadığından elektrik akımını iletmez. Gazların elektrik akımını iletebilmesi için plazma hâline geçmesi gerekir. Bu da gaza elektrik, ısı gibi yollarla enerji verilmesiyle mümkündür.

Maddenin plazma hâli, maddenin diğer hâllerine nazaran daha fazla sayıda serbest elektron ve iyon barındırır. Plazmalar, hem yüklü parçacıklarının fazlalığı hem de katı ve sıvılara göre bu parçacıkların daha serbest ve hızlı hareket edebilmeleri nedeniyle çok iyi iletkendir.

Yalıtkanların atomlarının son yörüngelerinde 5 ila 8 arasında elektron bulunur. Bu elektronlar atoma sıkı bir şekilde bağlıdır. Normal şartlarda serbest hareket edebilen yükleri olmadığı için yalıtkanlar elektrik akımını iletmez ancak belli koşullar (yüksek sıcaklık ve yüksek potansiyel farkı) altında yalıtkanlar da iletken hâle geçebilir.





Konu ile ilgili canlandırmaya ulaşmak için karekodu okutunuz.



YORUMLAYINIZ



Sağlıklı bir insanın beyni sürekli elektrik sinyalleri üretir. Bu sinyaller çok küçük değerlerde elektrik akımı demektir ve sinir sistemi sayesinde tüm organlara iletilir. Böylece organlar ve kaslar düzenli bir şekilde çalışır. Bununla birlikte çeşitli hastalıklar, kazalar vb. nedenlerle elektrik sinyallerinin iletiminde aksaklıklar olabilir. Bu durum organlarda ve kaslarda ağrılara ve fonksiyon kayıplarına yol açar. Böyle rahatsızlıkları bulunan kişiler için elektroterapi uygulaması iyi bir tedavi yöntemidir.

Elektroterapi uygulamasında ağrı veya fonksiyon kaybı bulunan bölgeye özel cihazlarla elektrik akımı verilir. İnsan vücudu iyi bir iletkendir. Bu nedenle dışarıdan verilen elektrik akımı o bölgenin tekrar düzenli çalışmasını sağlar ve kişi bu tedaviyle sağlığına kavuşur.

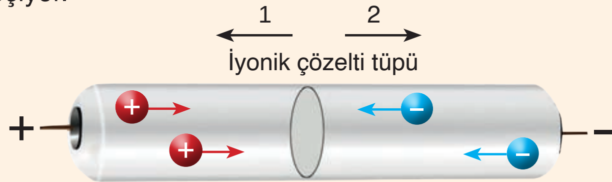
İnsan vücudu neden iyi bir iletkendir? Yorumlayınız.





ÖRNEK

Uçları arasına potansiyel farkı uygulanan iyonik çözeltiyle dolu bir tüpün kesitinden 10^{-5} saniyede toplam $4{,}8 \cdot 10^{-6}$ C yüke sahip pozitif iyon 2 yönünde, $-4{,}8 \cdot 10^{-6}$ C yüke sahip negatif iyon da 1 yönünde geçiyor.



Buna göre

a) Tüpte oluşan elektrik akımı hangi yöndedir?

b) Tüpte oluşan akım şiddeti kaç A'dir?



ÇÖZÜM

a) Akımın yönü pozitif yüklerin hareketi yönünde veya negatif yüklerin hareketine zıt yöndedir. Buna göre iyonik çözelti dolu tüpte 2 yönünde akım oluşur.

b) Tüpün içinde $-4{,}8 \cdot 10^{-6}$ C negatif yük 1 yönüne hareket ettiğinde tüpün sağ tarafında $4{,}8 \cdot 10^{-6}$ C pozitif yük fazlalığı oluşur. $4{,}8 \cdot 10^{-6}$ C pozitif yükün de tüpün sağ tarafına doğru geçtiği düşünülürse tüpün dik kesitinden geçen net yük miktarı

$\Delta q = 4{,}8 \cdot 10^{-6} + 4{,}8 \cdot 10^{-6} = 9{,}6 \cdot 10^{-6}$ C bulunur.

Tüpte oluşan akım şiddeti ise

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{9{,}6 \cdot 10^{-6}}{10^{-5}} = 0{,}96 \text{ A olur.}$$



1. SIRA SİZDE

Uçları arasına gerilim uygulanan iletken bir telin dik kesitinden 3 saniyede $6 \cdot 10^{20}$ tane elektron geçiyor. **Buna göre telden geçen akımın şiddeti kaç A'dir?** ($q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C)



1.1.3. Direnç

Akım geçen bir iletkende serbest elektronlar hareket ederken atomlarla ve diğer elektronlarla sürekli etkileşir. Etkileşimler elektronların hareketini zorlaştırarak onların enerjilerini kaybetmesine neden olur. Maddenin elektron hareketine başka bir ifadeyle elektrik akımına karşı gösterdiği bu zorluğa **direnç** denir ve **R** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **ohm** (om) kabul edilir. Ohm birimi **Ω** sembolüyle gösterilir. Katı bir iletkenin direnci iletkenin sıcaklığına, geometrik yapısına ve iletkenin öz direncine bağlıdır. Öz direnç maddenin birim uzunluk ve kesitinin direnci olup **ρ** sembolüyle gösterilir. Öz direnç maddenin cinsine bağlıdır. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Katı Bir İletkenin Direnci**
Etkinliğin Amacı	**Katı iletkenlerde direncin bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.**

 1 Ders Saati  Bireysel Çalışma

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Bilgisayar
- Genel ağ

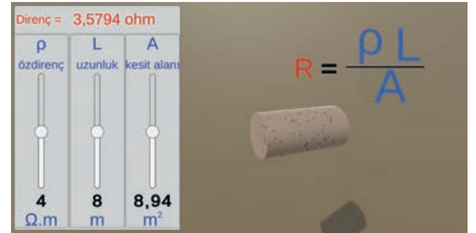
Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.



1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız.

2. Simülasyonu inceleyerek test edebileceğiniz değişkenleri belirleyiniz ve aşağıdaki boşluğa yazınız.





3. Değişkenlerin tek tek farklı değerler almalarını sağlayarak ilgili değişken ile direnç arasındaki ilişkiyi gözlemleyiniz ve gözlemlediklerinizi birer cümle ile aşağıdaki boşluğa yazınız.



Değerlendirme

Direncin en büyük ve en küçük değeri alması için öz direnç, uzunluk ve kesit alanı arasındaki büyüklük ilişkisi ne olmalıdır?



Katı bir iletkenin direnci, iletkenin öz direnci ve akım doğrultusundaki boyuyla doğru, akıma dik kesitiyle ters orantılıdır. Bu ilişki aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

R : İletkenin direnci (Ω)

ρ : İletkenin öz direnci (Ω·m)

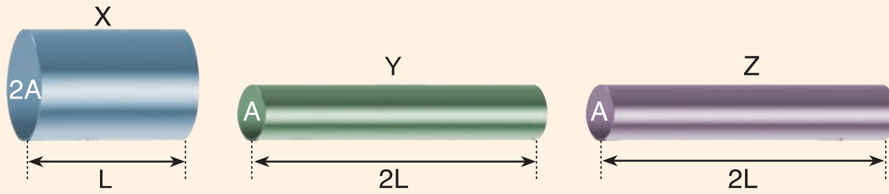
L : İletkenin akım doğrultusundaki boyu (m)

A : İletkenin akıma dik kesiti (m^2)



ÖRNEK

Kesit alanları sırasıyla 2A, A ve A olan X, Y ve Z iletken tellerinin uzunlukları sırasıyla L, 2L ve 2L'dir. X, Y ve Z tellerinin dirençlerinin büyüklükleri arasında $R_X > R_Y > R_Z$ ilişkisi vardır. X, Y ve Z tellerinin demir, altın veya bakır elementlerinin herhangi birinden yapıldığı bilinmektedir.



Madde	Öz direnç (Ω · m)
Demir	$10 \cdot 10^{-8}$
Altın	$2,44 \cdot 10^{-8}$
Bakır	$1,7 \cdot 10^{-8}$

Demir, altın ve bakır elementlerine ait öz direnç değerleri tabloda verilmiştir. Bu bilgilere göre teller hangi elementlerden yapılmıştır?



ÇÖZÜM

X, Y ve Z iletken tellerinin direçleri

$R_X = \frac{\rho_x \cdot L}{2A}$, $R_y = \frac{\rho_y \cdot 2L}{A}$, $R_z = \frac{\rho_z \cdot 2L}{A}$ şeklinde olur.

$R_X > R_Y > R_Z$ olduğuna göre öz dirençler arasındaki ilişki $\rho_x > \rho_y > \rho_z$ olmalıdır.

Buna göre X teli demirden, Y teli altından ve Z teli de bakırdan yapılmıştır.



2. SIRA SİZDE

Silindir şeklindeki iletken bir telin kesiti, boyu ve yarıçapıyla ilgili olarak aşağıdaki işlemler yapılıyor.

Buna göre

a) Kesiti ve boyu aynı oranda azaltılırsa

b) Boyu ve yarıçapı aynı oranda artırılırsa

c) Kesiti artırılıp boyu azaltılırsa

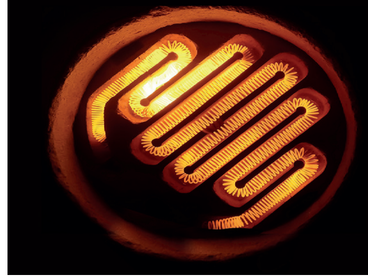
iletken telin direnci nasıl değişir?



Dirençler elektronik devrelerde akımı kontrol etmek, elektrikli cihazlarda ise elektrik enerjisini ısı ve ışığa dönüştürmek amacıyla kullanılır. Elektronik devrelerde kullanılan dirençlerin üzerine üretici firma tarafından renkli kuşaklar çizilir (Görsel 1.2). Her bir rengin belli bir sayı değeri vardır ve bu değerlerle işlem yapılarak o direncin büyüklüğü pratik şekilde hesaplanır. Elektrik sobası, tost makinesi, saç kurutuma makinesi vb. makinelerde elektrik enerjisi direnç telleri sayesinde ısı ve ışığa dönüşür (Görsel 1.3).

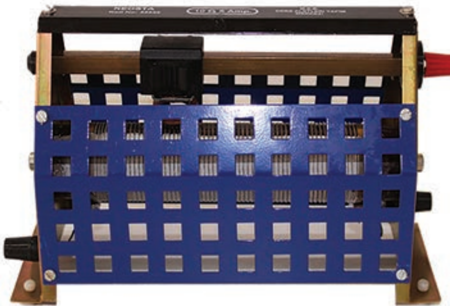


Görsel 1.2: *Devrelerde kullanılan dirençler*

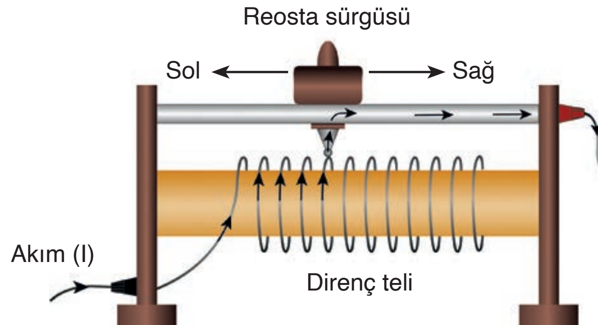


Görsel 1.3: *Direnç teli (rezistans)*

Elektrik devrelerinin bazılarında akım şiddetini ayarlamak için reosta (ayarlı direnç) kullanılır (Görsel 1.4). Bunun için reostanın sürgüsü sağa veya sola çekilir. Bu işlem reostanın içindeki direnç telinin akım geçen kısmının boyunu değiştirir. Böylece reostanın direnci değişir ve akım ayarlanmış olur (Şekil 1.9).



Görsel 1.4: *Reosta (ayarlı direnç)*



Şekil 1.9: *Reostanın şematik gösterimi*



BİLGİ KUTUSU

Günlük yaşamda kullanılan elektrikli cihazların birçoğunda reostanın bir çeşidi olan dimmer anahtarı bulunur. Dimmer anahtarı yardımıyla cihazlardaki elektrik devrelerinin akımı değiştirilebilir ve böylece cihazın çalışması kontrol edilebilir. Dimmer anahtarları sayesinde binalardaki lambaların parlaklığı, ısıtıcıların sıcaklığı ve bazı elektrik motorlarının birim zamandaki devir sayısı kontrol edilebilir.



1.2. ELEKTRİK DEVRELERİ

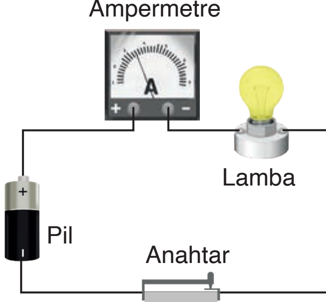
Pil, direnç ve yeterli uzunlukta iletken tel kullanılarak basit bir elektrik devresi kurulabilir. Böyle bir devrede pil, devrenin iki ucu arasında potansiyel farkı oluşturur. Direnç ise akımın ayarlanmasını veya elektrik enerjisinin başka enerji türlerine (ısı ve ışık) dönüşmesini sağlar. İletken teller akımın akabileceği yollardır. Elektrik devresi çizimlerinde devre elemanları ve ölçüm aletleri çeşitli sembollerle gösterilir. Tablo 1.1'de bazı devre elemanlarının adları ve sembolleri verilmiştir.

Tablo 1.1: *Elektrik Devrelerinde Sık Kullanılan Devre Elemanlarının Adları ve Sembolleri*

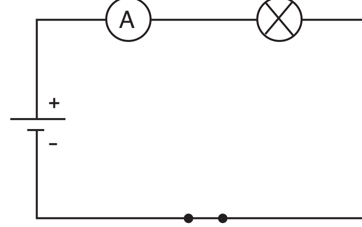
Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Sembolü	Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Sembolü
Pil	+ -	Lamba	veya
İletken tel		Reosta	veya
Anahtar	Açık Kapalı	Ampermetre	A
Direnç	veya	Voltmetre	V
Batarya	+ - + -	Sigorta	

Devreden geçen akım şiddeti ampermetreyle, devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkı ise voltmetreyle ölçülür. Ölçüm aletleri, ölçüm yapılacak büyüklüğün özelliğine göre devreye bağlanmalıdır. Aksi hâlde aletler doğru ölçüm yapamaz.

Ampermetrelerin binalardaki su sayaçlarının tesisata bağlanması gibi devre yolu üzerine bağlanması gerekir. Böylece devreden geçen elektrik akımının şiddeti ampermetre üzerinden geçerken ölçülmüş olur (Şekil 1.10). Lamba üzerinden geçen akım şiddetini ölçecek ampermetrenin devreye bağlanış şeması ise Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



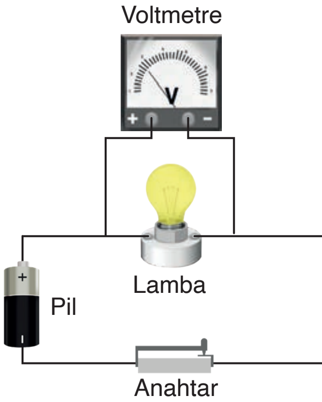
***Şekil 1.10:** Ampermetrenin devreye bağlanması*



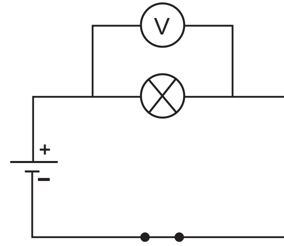
***Şekil 1.11:** Devre şeması*

Ampermetrenin bağlanışında olduğu gibi devre elemanlarının devre yolu boyunca birbirinin peşi sıra bağlanmasına **seri bağlama** adı verilir. Ampermetre, devreye seri bağlanacağı için devreden geçen akımın büyüklüğünü etkilememelidir. Bu yüzden ampermetrelerin iç dirençleri sıfıra yakındır. Aksi hâlde ampermetrenin kendisi direnç gibi davranır ve devre akımını değiştirerek hatalı ölçüme sebep olur. Bu ünitede kullanılan ampermetreler ideal kabul edilecektir. İdeal ampermetrenin direnci sıfırdır.

Voltmetreler devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkı ölçen aletlerdir. Bu nedenle voltmetrenin iki ucu devre elemanının giriş ve çıkış uçlarına bağlanmalıdır (Şekil 1.12 ve Şekil 1.13).



***Şekil 1.12** Voltmetrenin devreye bağlanması*



***Şekil 1.13:** Devre şeması*

Lamba ve voltmetrenin bağlanışında olduğu gibi devre elemanlarının farklı kollarla birbirine bağlanmasına **paralel bağlama** adı verilir. Voltmetre devreye paralel bağlandığından iç direnci, üzerinden akım geçmesine izin vermeyecek kadar büyük olmalıdır. Aksi takdirde devre akımının bir kısmı voltmetrenin üzerinden geçer ve devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkı yanlış ölçülür. Bu ünitede kullanılan voltmetreler ideal kabul edilecektir. İdeal voltmetre üzerinden hiç akım geçirmeyen, sonsuz dirence sahip voltmetredir.

1.2.1. Direnç, Potansiyel Farkı ve Akım İlişkisi

Bir devre elemanının uçları arasına uygulanan potansiyel farkı ile iletken üzerinden geçen akım şiddeti ve iletkenin direnci arasında belli bir ilişki vardır. Bu ilişkiyi belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

Etkinlik İsmi	**Potansiyel Farkı ile Akım Şiddeti Arasındaki İlişki**
Etkinliğin Amacı	**Bir devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkı ile üzerinden geçen akım şiddeti arasındaki ilişkiyi belirleyebilme.**

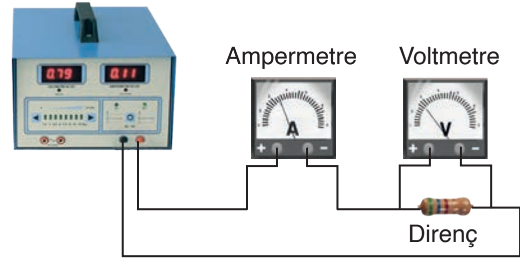
1 Ders Saati — Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Alçak gerilim DC güç kaynağı
- 10 Ω ve 20 Ω değerinde dirençler
- Ampermetre ve voltmetre
- İletken bağlantı kabloları

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Güç kaynağı, 10 Ω'luk direnç, ampermetre ve voltmetreyi şekildeki gibi birbirine bağlayarak elektrik devresi oluşturunuz.

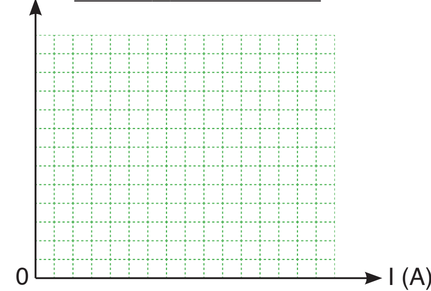
2. Güç kaynağındaki gerilimi 0 V, 2 V, 4 V, 6 V ve 8 V değerlerine getirerek direncin uçları arasındaki potansiyel farkı (V) ve dirençten geçen akım şiddetini (I) ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri tablonun ilgili kısmına yazınız.



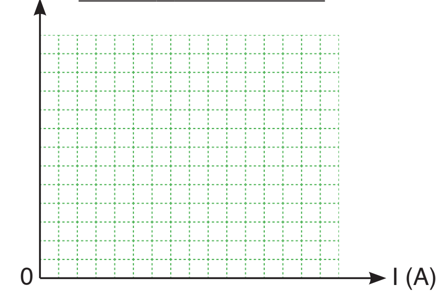
3. Devredeki 10 Ω'luk direncin yerine 20 Ω'luk direnci bağlayınız ve 2. yönergedeki işlem basamaklarını tekrarlayınız.

Giriş Gerilimi (V)	R = 10 Ω		R = 20 Ω	
	V (V)	I (A)	V (V)	I (A)
0				
2				
4				
6				
8				

4. Tablodaki değerleri kulllanarak 10 Ω ve 20 Ω'luk dirençler için ayrı ayrı potansiyel farkı-akım şiddeti grafiklerini çiziniz. Grafiklerin eğimlerini hesaplayıp ilgili kutucuğa yazınız.



Grafiğin eğimi =



Grafiğin eğimi =



Değerlendirme

1. Bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkı ile dirençten geçen akım şiddeti arasında nasıl bir ilişki vardır?



2. Potansiyel farkı-akım şiddeti grafiğinin eğimi hangi değeri verir? Grafiklerdeki eğimi etkileyen devre elemanı hangisidir?



3. Devreye 50 Ω'luk direnç bağlasaydınız grafiğiniz nasıl değişirdi?



4. Direnç akım ve gerilim arasındaki ilişkinin matematiksel modelini oluşturunuz. Bu modeli hangi verileri kullanarak oluşturdunuz?



Bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı ile iletkenden geçen akım şiddeti oranı sabit olup bu oran iletkenin direncini verir. Deneyin sonucu katı iletkenler hakkında daha önceden öğrenilen bilgilerle uyum içindedir. Hatırlanacağı üzere katı bir iletkenin direnci, iletkenin sıcaklığına, geometrik yapısına ve öz direncine bağlıdır. İletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı ve iletkenden geçen akım şiddeti iletkenin direncini etkilemez.

Direnç, akım şiddeti ve potansiyel farkı arasındaki bu ilişki **Ohm Yasası** olarak bilinir. Ohm Yasası akımdaki artış veya azalış karşısında iletkenin sıcaklığındaki değişimin ihmal edilebilir olduğu iletkenlerde geçerlidir. Ohm Yasası aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$R = \frac{V}{I}$$

R : Direnç (Ω)

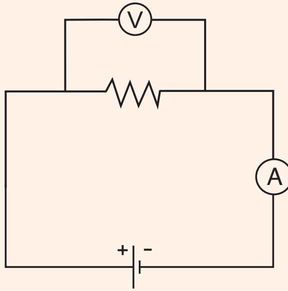
V : İletkenin uçları arasındaki potansiyel farkı (V)

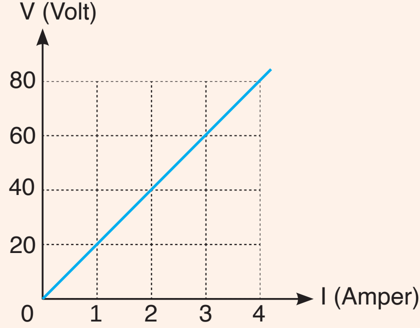
I : Akım şiddeti (A)



ÖRNEK

Güç kaynağı, ampermetre, voltmetre ve direnç yardımıyla basit bir elektrik devresi oluşturuluyor. Güç kaynağının gerilimi değiştirilerek devreden geçen akım şiddeti ölçülüyor. Elde edilen verilerle gerilim-akım şiddeti (V-I) grafiği çiziliyor.





Buna göre

a) Devredeki direncin değeri kaç Ω'dur?

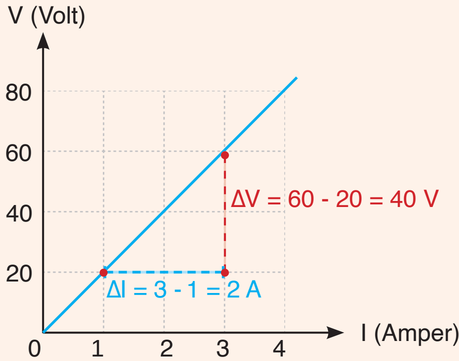
b) Üretecin gerilimi 32 V ise voltmetrede ve ampermetrede okunan değer ne olur?

c) Üretecin gerilimi azaltıldığında direnç değeri nasıl değişir?



ÇÖZÜM

a) Ohm Yasası gereği V-I grafiğinin eğimi direnci verir.



Eğim = R = $\frac{\Delta V}{\Delta I}$ ise R = $\frac{40}{2}$ = 20 Ω olur.

b) Devrede bir tane direnç olduğundan direncin uçları arasındaki potansiyel farkı üretecin gerilimine eşittir. Dolayısıyla gerilim 32 V ise voltmetrede 32 V değeri okunur.

Üretecin gerilimiyle devreden geçen akım şiddeti doğru orantılıdır. Ohm Yasası uygulanırsa ampermetreden okunan değer aşağıdaki gibi hesaplanır.

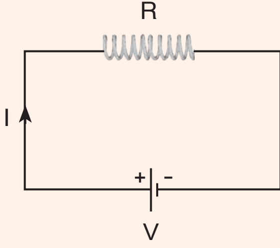
$I = \frac{V}{R} = \frac{32}{20} = 1{,}6$ A olur.

c) Katı iletkenlerin direnci potansiyel farkına veya akım şiddetine bağlı olmadığından üretecin geriliminin değişmesi direnç değerini değiştirmez.



3. SIRA SİZDE

İç direnci önemsiz üreteç ve sarmal direnç teli (rezistans) yardımıyla devre oluşturuluyor.



Buna göre

a) Direnç telini uçlarından tutarak uzatmak

b) Direnç telinin ucuna özdeş dirençten bir tane daha bağlayarak teli uzatmak

c) Üretecin gerilimini artırmak

işlemleri ayrı ayrı yapıldığında direnç ve akım şiddeti nasıl değişir?





4. SIRA SİZDE

Değeri 10 Ω olan bir direncin uçları arasına 20 V potansiyel farkı uygulanıyor.

Buna göre

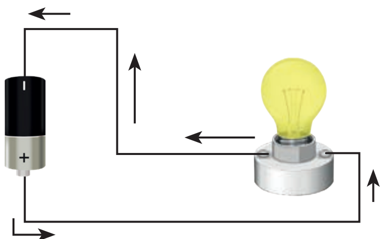
a) Dirençten geçen akım şiddeti kaç A'dir?

b) Direncin uçları arasındaki potansiyel farkı 30 V'a çıkarılırsa direnç değeri değişir mi? Nedenini açıklayınız.

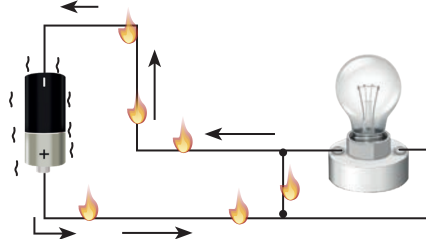


Kısa Devre

Elektrik devrelerinde aralarında potansiyel farkı bulunan iki noktanın kazayla veya kasıtlı olarak iletken telle birleştirilmesine **kısa devre** denir. Şekil 1.14'teki gibi normal çalışan bir lambanın iki ucu Şekil 1.15'teki gibi birleştirilirse lamba kısa devre olur. Kısa devre olan devre elemanının üzerinden akım geçmez ve devre elemanı çalışmaz. Tüm akım kısa devredeki iletken tel üzerinden geçerek devreyi kısa yoldan tamamlar. İletken tellerin direnci genellikle çok küçük olduğundan kısa devre olması durumunda devreden çok büyük şiddette akım geçer. Bu durum devrenin ısınmasına hatta yangına neden olabilir. Bu yüzden kısa devre genellikle istenmeyen bir durumdur.

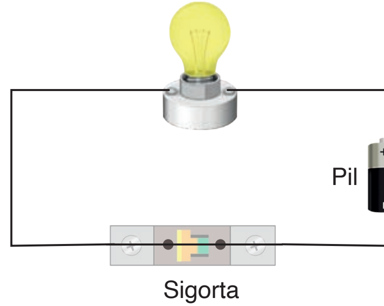


Şekil 1.14: *Çalışan bir lamba devresi*

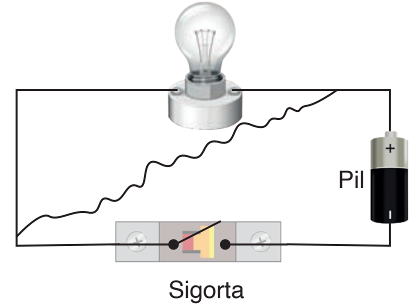


Şekil 1.15: *Lambanın kısa devre olması*

Binalardaki elektrik tesisatını kısa devreden korumak için elektrik tesisatına sigorta bağlanır (Şekil 1.16). Kısa devre anında sigorta elektrik tesisatının elektrik akımını keser ve tesisatı olası bir yangından korur (Şekil 1.17).



Şekil 1.16: *Çalışan bir lamba devresi*



Şekil 1.17: *Kısa devre anında sigortanın akımı kesmesi*





Konu ile ilgili canlandırmaya ulaşmak için karekodu okutunuz.

Sigortanın atması başka bir deyişle akımı kesmesi durumunda ilk olarak tesisatta kısa devre olabileceği düşünülmelidir. Bu yüzden sigortayı tekrar aktif hâle getirmeden önce prize en son takılan elektrikli alet prizden çekilir. Buna rağmen sigorta atmaya devam ediyorsa bir elektrikçiden yardım alınmalıdır. Atmış bir sigortayı ısrarla açmaya çalışmak veya sigortanın atmasını önlemek için sigortanın şartelini kâğıt, metal, tahta parçası vb. malzemelerle sıkıştırmak yapılacak en büyük hatadır.

ARAŞTIRINIZ

Araçların elektrik tesisatlarında kullanılan sigortalar evlerde kullanılan sigortalara göre çok daha basittir. Bu sigortalar iki metal ayak ve ayaklar arasına yerleştirilmiş ince bir telden oluşur.



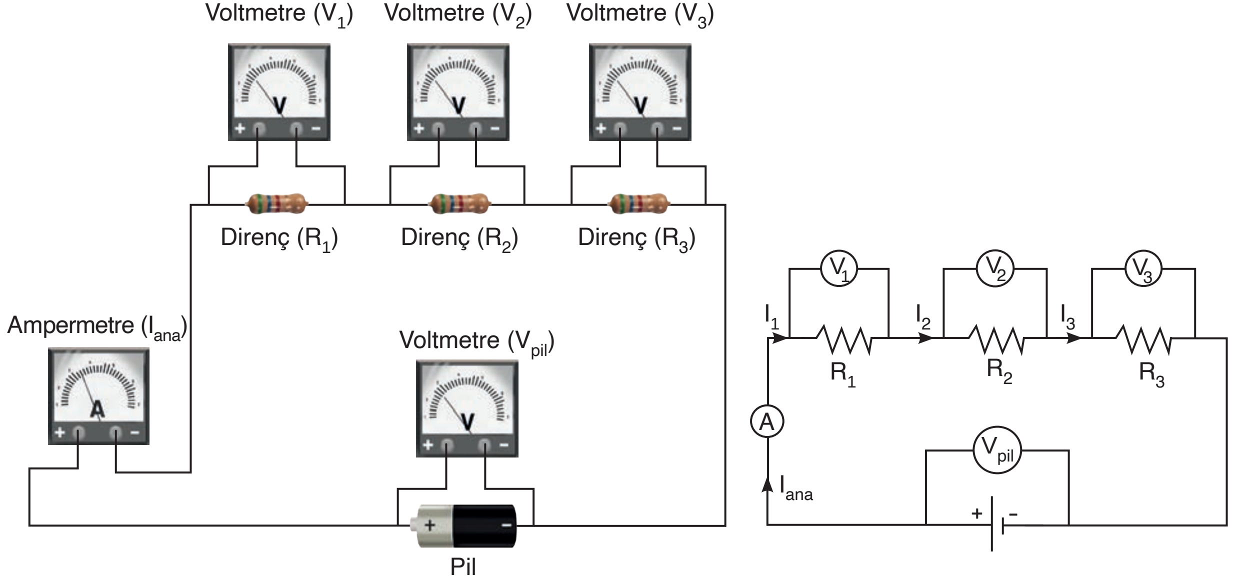
Araçlarda kullanılan sigortalar hakkında araştırma yapınız. Bu sigortalardaki metal ayakların ve iletken telin görevini ve özelliklerini açıklayınız.

1.2.2. Dirençlerin Bağlanması

Elektrik devrelerinde birbirine seri, paralel veya karışık bağlanmış dirençler kullanılır. Dirençlerin farklı şekillerde bağlanması toplam direnç değerini dolayısıyla devreden geçen akım şiddetini etkiler. Devreyi tasarlayan mühendisler, devre elemanları için en uygun akım değerini dirençleri farklı şekillerde bağlayarak elde ederler.

a) Dirençlerin Seri Bağlanması

Birbirine seri bağlanmış bir devrede R_1, R_2 ve R_3 direnç değerlerini; $R_{eş}$ devrenin toplam direcini; I_{ana} ana kol üzerinden geçen akım şiddetini; V_{pil} üretecin potansiyel farkını; V_1, V_2 ve V_3 her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkı temsil etsin (Şekil 1.18).



***Şekil 1.18:** Seri bağlı dirençler devresi ve devrenin şeması*

Tüm dirençler aynı kol üzerine birbirinin peşi sıra bağlandığından akımın gidebileceği başka bir kol yoktur. Bu yüzden tüm dirençlerden aynı akım geçer.

$I_{ana} = I_1 = I_2 = I_3$

Her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farklarının toplamı pilin potansiyel farkına eşit olur.

$V_{pil} = V_1 + V_2 + V_3$

Devredeki toplam direnç, tüm dirençlerin çıkartılması hâlinde devrede aynı etkiyi sağlayabilecek tek bir direnç değerini temsil eder. Devredeki bu dirence **eşdeğer direnç** adı verilir ve $\mathbf{R_{eş}}$ harfiyle gösterilir. Eşdeğer direncin matematiksel modeli Ohm Yasası yardımı ile elde edilir. Buna göre

$V_{pil} = V_1 + V_2 + V_3$ ise

$I_{ana} \cdot R_{eş} = (I_1 \cdot R_1) + (I_2 \cdot R_2) + (I_3 \cdot R_3)$ olur.

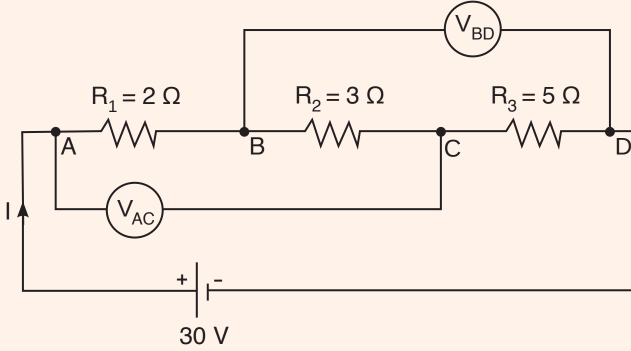
Ana koldan ve dirençlerden geçen akım şiddetleri birbirine eşit olduğuna göre sadeleştirmeler yapıldıktan sonra eşdeğer direncin matematiksel modeli aşağıdaki gibi olur.

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3$



ÖRNEK

İç direnci önemsiz pil ve seri bağlı dirençlerle elektrik devresi oluşturuluyor.



Buna göre

a) **Devrenin eşdeğer direnci kaç Ω'dur?**

b) **Devreden geçen akım şiddeti kaç A'dir?**

c) **V_{AC} ve V_{BD} voltmetrelerinin gösterdiği değer kaç V'tur?**



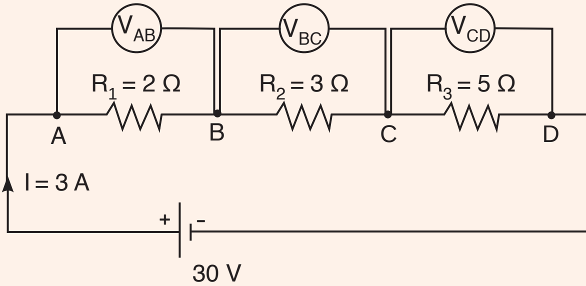
ÇÖZÜM

a) Seri bağlı dirençlerde eşdeğer direnç, dirençlerin toplamı kadardır. Buna göre devrenin eşdeğer direnci, $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 3 + 5 = 10\ \Omega$ olur.

b) Devreden geçen I akımı Ohm Yasası yardımıyla

$$I = \frac{V_{top}}{R_{eş}} = \frac{30}{10} = 3\ A$$ olarak bulunur.

c) V_{AC} voltmetresi 2 Ω ile 3 Ω, V_{BD} voltmetresi 3 Ω ile 5 Ω'luk dirençlerin toplam potansiyel farkını ölçmektedir.



$V_{AB} = I \cdot R_1 = 3 \cdot 2 = 6\ V$

$V_{BC} = I \cdot R_2 = 3 \cdot 3 = 9\ V$

$V_{CD} = I \cdot R_3 = 3 \cdot 5 = 15\ V$ ise

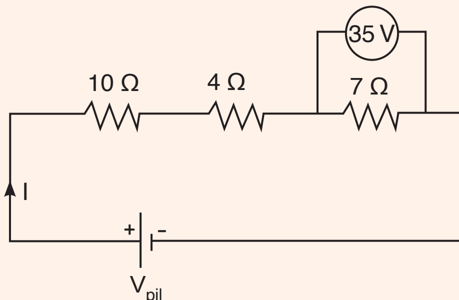
$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} = 6 + 9 = 15\ V$

$V_{BD} = V_{BC} + V_{CD} = 9 + 15 = 24\ V$ bulunur.



5. SIRA SİZDE

İç direnci önemsiz pil ve seri bağlanmış dirençlerle elektrik devresi oluşturuluyor.

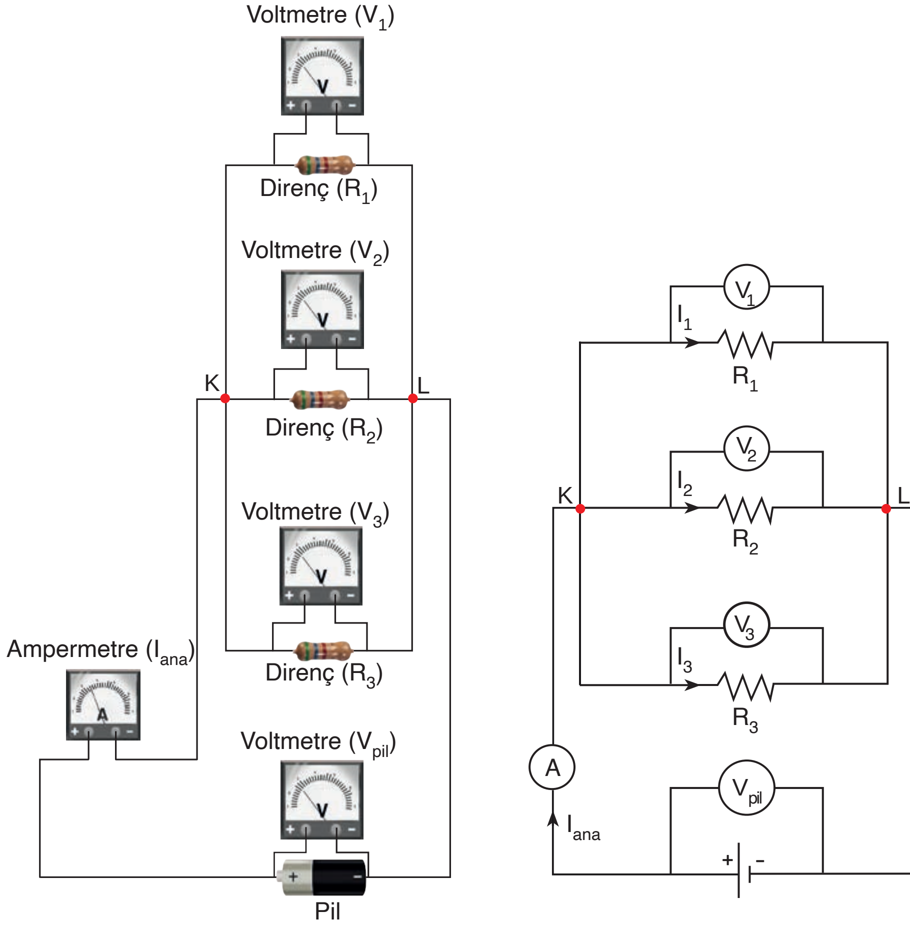


Buna göre 7 Ω'luk direncin uçları arasındaki potansiyel farkı 35 V olduğuna göre pilin gerilimi kaç V'tur?



b) Dirençlerin Paralel Bağlanması

Birbirine paralel bağlanmış bir elektrik devresinde R_1, R_2 ve R_3 direnç değerlerini; $R_{eş}$ devrenin toplam direncini; I_{ana} ana kol üzerinden geçen akım şiddetini; I_1, I_2 ve I_3 her bir koldan geçen akım şiddetini; V_{pil} üretecin potansiyel farkını; V_1, V_2 ve V_3 her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkı temsil etsin (Şekil 1.19).



Şekil 1.19: *Paralel bağlı dirençler devresi ve devrenin şeması*

Devredeki üretecin potansiyel farkı her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkına eşittir çünkü her direnç aynı noktalar arasına (K ve L) bağlanmıştır.

$$V_{pil} = V_1 = V_2 = V_3$$

Devredeki ana koldan geçen akım K noktasına geldiğinde kollara ayrılır. Her bir koldaki akım şiddetinin toplamı ana koldaki akım şiddetine eşittir.

$$I_{ana} = I_1 + I_2 + I_3$$

Akım şiddetleri, potansiyel farkı ve direnç cinsinden yazılırsa

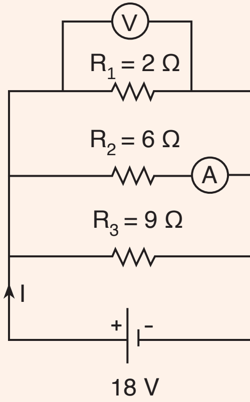
$\dfrac{V_{pil}}{R_{eş}} = \dfrac{V_1}{R_1} + \dfrac{V_2}{R_2} + \dfrac{V_3}{R_3}$ olur. Pilin ve dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkı eşit olduğuna göre gerekli sadeleştirmeler yapıldıktan sonra eşdeğer direncin matematiksel modeli aşağıdaki gibi olur.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



ÖRNEK

İç direnci önemsiz pil ve paralel bağlanmış dirençlerle elektrik devresi oluşturuluyor.



Buna göre

a) Devrenin eşdeğer direnci kaç Ω'dur?

b) Voltmetre ve ampermetrede okunan değerler nedir?



ÇÖZÜM

a) Devredeki tüm dirençler birbirine paralel bağlıdır ve $R_{eş}$ direnci aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{1}{R_{eş}} = \frac{14}{18} = \frac{7}{9} \Rightarrow R_{eş} = \frac{9}{7}\ \Omega \text{ bulunur.}$$

b) Bütün dirençler birbirine paralel bağlandığından her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkı pilin gerilimine eşittir. Bu durumda voltmetre 18 V değerini gösterir.

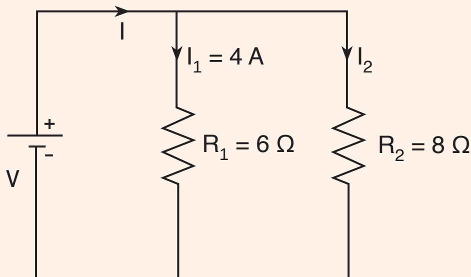
Ampermetreden geçen I_2 akımı

$$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{18}{6} = 3 \text{ A olur.}$$



6. SIRA SİZDE

Birbirine paralel bağlı R_1 ve R_2 dirençleri verilmiştir. R_1 direnci üzerinden geçen akım şiddeti 4 A'dır.



Buna göre

a) R_2 direncinden geçen I_2 akım şiddeti kaç A'dir?

b) Ana koldan geçen I akım şiddeti kaç A'dir?

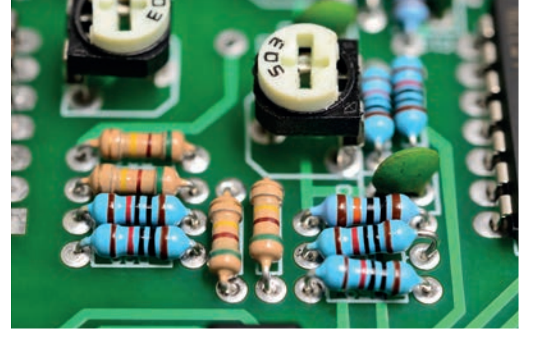
c) Üretecin gerilimi kaç V'tur?



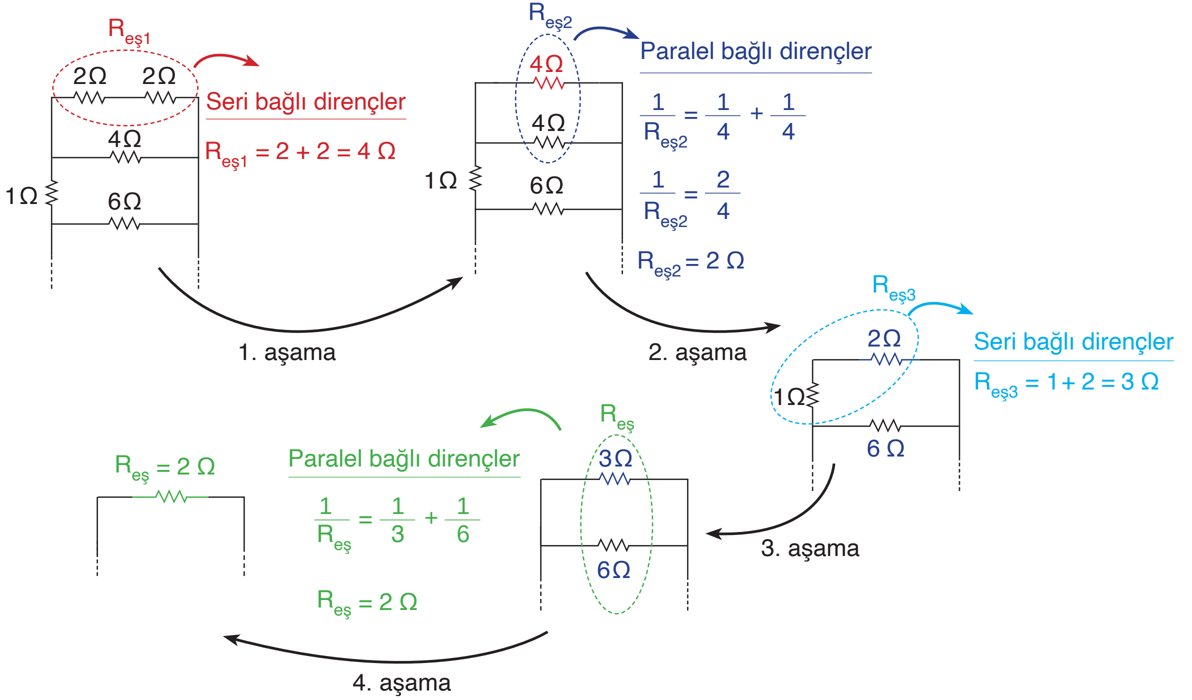
c) Dirençlerin Karışık Bağlanması

Elektrik devrelerinde devre elemanlarının üzerinden geçmesi gereken akım şiddetini ayarlayabilmek için birçok direnci birbirine seri ve paralel bağlamak gerekebilir. Özellikle elektronik devrelerde dirençlerin bağlanışı oldukça karmaşık olabilir (Görsel 1.5).

Dirençlerin karışık bağlandığı devrelerde dirençlerin bağlanışını doğru şekilde belirlemek devreyi anlama ve çözümlemedeki en önemli basamaktır. Karışık bağlanmış dirençlerden oluşan bir devrenin eşdeğer direncinin nasıl hesaplanacağı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1.20).



Görsel 1.5: *Karışık bağlı dirençler*



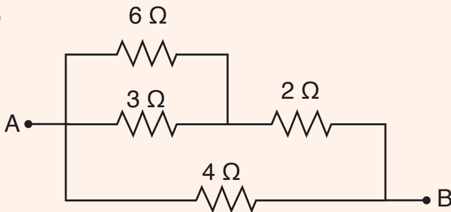
Şekil 1.20: *Karışık bağlı direnç devresinde örnek eşdeğer direnç hesaplaması*



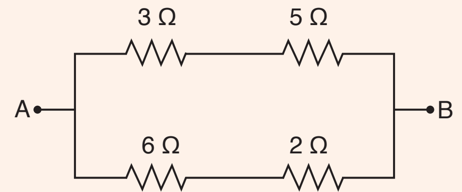
7. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen her bir devre parçasının A-B uçları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.

a)

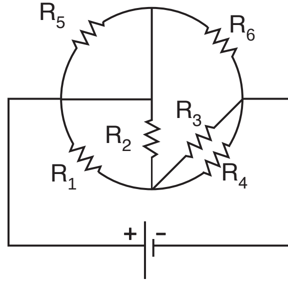


b)

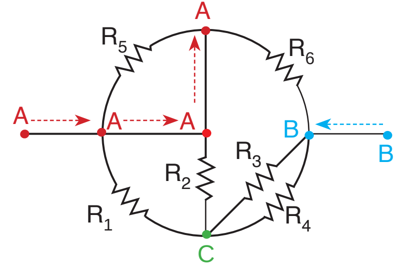




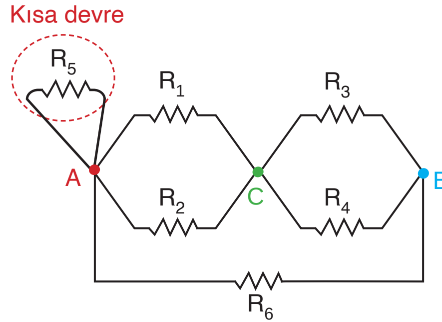
Fazla sayıda direncin kullanıldığı devrelerde bazen dirençlerin bağlanış şeklini anlamak zordur (Şekil 1.21). Bu şekildeki devreler harflendirme metodu kullanılarak daha basit bir devre görünümüne kavuşturulabilir. Harflendirme metoduna eşdeğer direnci hesaplanacak devre parçasının uçlarına harf atanarak başlanır. Her bir harf, boş teller boyunca dirençlerin bağlantı noktalarına kadar ilerletilir. İletim yolu üzerinde direnci olan bir devre elemanı varsa devre elemanının diğer ucuna yeni bir harf atanır. Yeni atanan harf de diğerleri gibi boş teller boyunca ilerletilir. Bu işleme her bir bağlantı noktasına bir harf gelinceye kadar devam edilir (Şekil 1.22).



Şekil 1.21: *Karışık elektrik devresi*



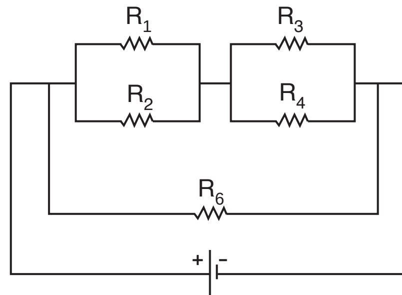
Şekil 1.22: *Devrenin uçları arasına harf atanması ve harflerin taşınması*



Şekil 1.23: *Harflerin arasına dirençlerin yerleştirilmesi*

Bütün bağlantı noktalarına harf atandıktan sonra devrenin çizimine geçilir. Bunun için devrenin uç kısımlarına verilen harfler uçlarda, diğerleri ortada yer alacak şekilde harfler aynı doğrultu üzerine dizilir. Harflerin arasında kalan her bir direnç ayrı ayrı kollarla yerine çizilir. Aynı harfler arasında kalan dirençler kısa devredir. Bu dirençlerden akım geçmeyeceği için yeni çizilen devre şemasında gösterilmez (Şekil 1.23).

Tüm basamaklar uygulandıktan sonra Şekil 1.21'deki gibi karışık bir devre daha basit bir görünüme kavuşur (Şekil 1.24). Böylece eşdeğer direnç, akım veya potansiyel farkı ile ilgili hesaplamalar bu devre üzerinden daha kolay yapılabilir.

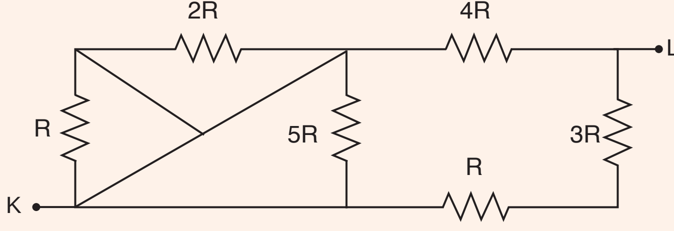


Şekil 1.24: *Devrenin harflendirme sonrasındaki görünümü*



ÖRNEK

Çeşitli dirençlerle şekildeki devre parçası oluşturuluyor.

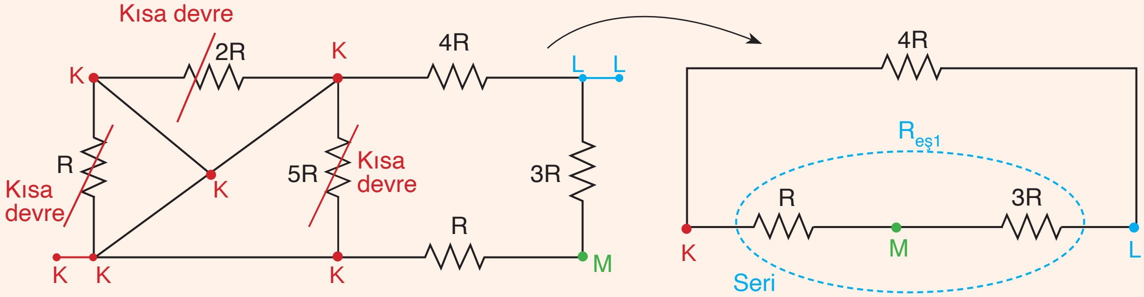


Buna göre K-L uçları arasındaki eşdeğer direnç kaç R'dir?



ÇÖZÜM

Devrede harflendirme metodu uygulanırsa R, 2R ve 5R dirençlerinin kısa devre olduğu görülür. Bu dirençler eşdeğer direnç hesabına dâhil edilmez.



R ve 3R dirençleri birbirine seri bağlıdır. Bu dirençlerin $R_{eş1}$ eşdeğer direnci

$R_{eş1} = R + 3R = 4R$ olur.

$R_{eş1}$ direnci ile 4R direnci birbirine paralel bağlıdır. Bu dirençlerin eşdeğer direnci de K-L uçları arasındaki $R_{eş}$ eşdeğer direncidir.

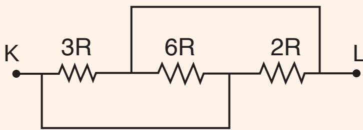
$R_{eş} = \dfrac{4R}{2} = 2R$ olur.



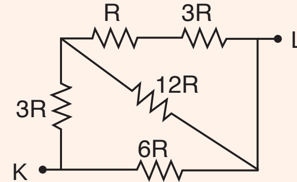
8. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen her bir devre parçasının K-L uçları arasındaki eşdeğer direnci R cinsinden hesaplayınız.

a)



b)





1.2.3. Üreteçler

Üreteçler diğer adıyla elektromotor kuvvet (emk) kaynakları; kimyasal, mekanik, ısı ve ışık gibi farklı enerji türlerini elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Örneğin pil ve akümülatörlerde kimyasal enerji elektrik enerjisine, dinamolar (Görsel 1.6) ve jeneratörlerde (Görsel 1.7) mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşür. Güneş pillerinde (Görsel 1.8) ise elektrik enerjisi üretimi için ışık enerjisinden yararlanılır.



Görsel 1.6: *Bisiklet dinamosu*



Görsel 1.7: *Jeneratör*



Görsel 1.8: *Güneş pili*



Görsel 1.9: *1,5 V potansiyel farka sahip üreteç*

Üreteçlerdeki enerji dönüşümleri sayesinde üretecin pozitif (+) ve negatif (-) kutupları arasında bir potansiyel farkı oluşur (Görsel 1.9). Üretecin iki kutbu arasındaki potansiyel farka **elektromotor kuvvet** (emk) denir. Başka bir tanımla emk, birim yükün elektrik devresinde dolanımını sağlamak için üretecin harcadığı enerjidir. Elektromotor kuvveti **ε** sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi **volt** (V) kabul edilir.

Üreteçlerin iç direncinde harcanan enerjinin ısıya dönüşmesinden dolayı cep telefonu, tablet ve bilgisayarlar kullanıldıkça ısınır. İdeal üreteçlerin iç direnci sıfırdır. Elektrik devre çözümlerinin karışık hâle gelmemesi için bu ünitede kullanılan tüm üreteçler ideal kabul edilerek iç dirençleri sıfır alınacaktır.



BİLGİ KUTUSU



Yetkili kurumlarca onaylanmış ve hatasız yeni nesil lityum-iyon bataryalara sahip elektronik cihazlar şarj olurken bu cihazları kullanmanın herhangi bir sakıncası yoktur. Ayrıca bu bataryalar, eski tip nikel bataryalardan farklı olarak tamamen boşalması beklenmeden şarj edilebilir.

Cep telefonu, tablet gibi cihazların bataryaları ömrünü tamamladığında atık pil kutularına atılmalıdır. Bu piller geri dönüşüm tesislerinde yeniden işlenerek çatal, bıçak, saat gibi ürünlerin ham maddesi olarak tekrar kullanılır. Böylece geri dönüşüm gerçekleştirilerek hem doğa hem de kaynaklar korunmuş olur.

Üreteçlerin Seri ve Paralel Bağlanması

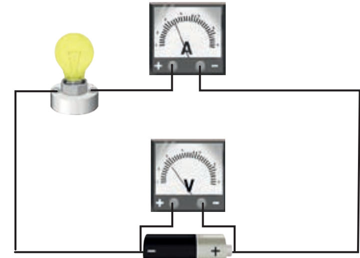
Elektrik devrelerinde devrenin ihtiyacı olan gerilim ya da akım şiddeti bazen bir üreteçle karşılanamaz. Bu durumda üreteçleri seri ya da paralel bağlayarak devrenin ihtiyacı olan gerilim veya akım şiddeti elde edilir. Üreteçlerin seri bağlanmasının gerekçesini öğrenmek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

Etkinlik İsmi	**Üreteçlerin Seri Bağlanması**	 2 Ders Saati  Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Birden fazla üretecin seri bağlanmasının devredeki toplam potansiyel farkına ve devredeki akım şiddetine etkisini açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Lamba • 3 adet özdeş kalem pil • Duy • 2 adet ampermetre • Voltmetre • Bağlantı kabloları

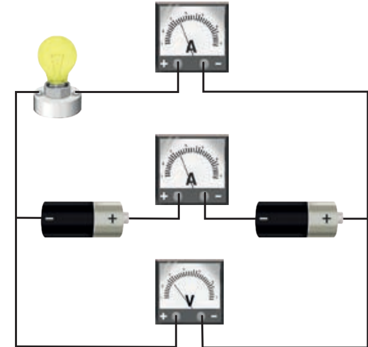
Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

1. Şekil I'deki elektrik devresini kurunuz. Ana koldan geçen akım şiddetini ve üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri (A_1 ve V) etkinlik sonunda yer alan tablonun ilgili kısmına yazınız.



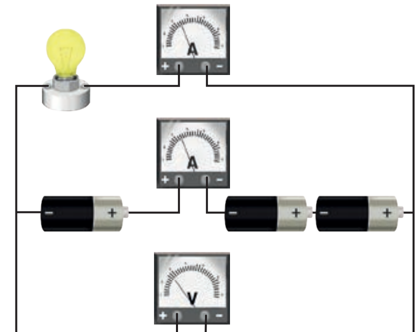
Şekil I

2. Şekil II'deki elektrik devresini kurunuz. Piller arasındaki ampermetreden (A_1), ana koldaki ampermetreden (A_2) ve voltmetreden (V) değerleri okuyunuz ve bu değerleri etkinlik sonunda yer alan tablonun ilgili kısmına yazınız.



Şekil II

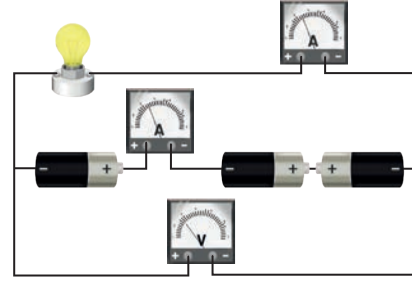
3. Şekil III'teki elektrik devresini kurunuz. Piller arasındaki ampermetreden (A_1), ana koldaki ampermetreden (A_2) ve voltmetreden (V) değerleri okuyunuz ve bu değerleri etkinlik sonunda yer alan tablonun ilgili kısmına yazınız.



Şekil III



4. Bir önceki basamağa göre kurduğunuz devredeki pillerden birini ters çevirerek Şekil IV'teki devreyi kurunuz. Piller arasındaki ampermetreden (A_1), ana koldaki ampermetreden (A_2) ve voltmetreden (V) değerleri okuyunuz ve bu değerleri etkinlik sonunda yer alan tablonun ilgili kısmına yazınız.



Şekil IV

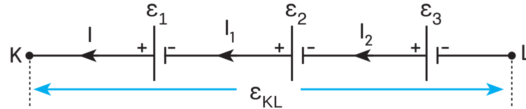
Devreler	V Voltmetresinde Okunan Değer (V)	A_1 Ampermetresinde Okunan Değer (A)	A_2 Ampermetresinde Okunan Değer (A)
Şekil I'deki devre			
Şekil II'deki devre			
Şekil III'teki devre			
Şekil IV'teki devre			

Değerlendirme

Üreteçlerin seri bağlanmasının amacı ne olabilir?



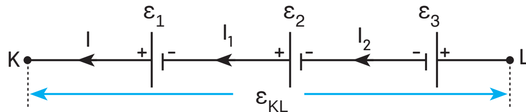
Birbirine seri ve düz bağlanmış üreteç devresinde toplam emk her bir üretecin emk toplamına eşittir (Şekil 1.25).



$\varepsilon_{KL} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$ olur.

Şekil 1.25: *Seri ve düz bağlı üreteç devresinde toplam emk*

Devrede seri ama kutupları ters bağlanmış üreteç varsa bu üretecin emk değeri toplama işleminde negatif alınır (Şekil 1.26).



$\varepsilon_{KL} = |\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3|$ olur.

Şekil 1.26: *Seri ve ters bağlı üreteç devresinde toplam emk*

$|\varepsilon_1 + \varepsilon_2| > \varepsilon_3$ kabul edilirse devreden geçen akımın yönü ε_1 ve ε_2 üreteçlerinin pozitif kutbundan K noktasına doğru olur.

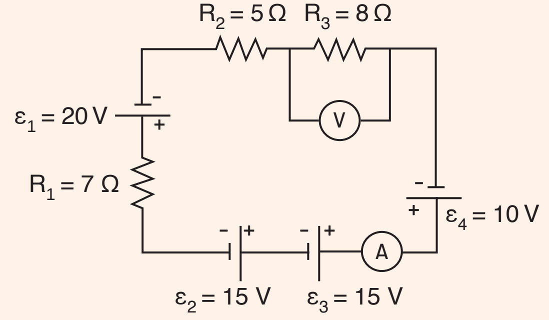
Seri bağlı üreteç devresinde her üreteçten çekilen akım şiddeti aynı büyüklükte ve ana koldan geçen akım şiddetine eşittir. Üreteçlerin özdeş olup olmaması bu durumu değiştirmez.

$I = I_1 = I_2$

Seri bağlı üreteç devrelerinde üreteçlerden herhangi birinin arızalanması durumunda devrede akım oluşmaz.



ÖRNEK



Çeşitli dirençler ve iç direnci önemsiz üreteçlerle şekildeki elektrik devresi oluşturuluyor.

Buna göre

a) Voltmetrenin gösterdiği değer kaç V'tur?

b) Devreden geçen akım şiddetinin maksimum olması için hangi üreteçler ters çevrilmelidir?



ÇÖZÜM

a) Devredeki eş değer emk

$\varepsilon_{eş} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4 = 20 + 15 + 15 - 10 = 40$ V olur.

Devrenin eşdeğer direnci

$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = 7 + 5 + 8 = 20\ \Omega$ olur.

Ana koldan geçen akım şiddeti

$I = \frac{\varepsilon_{eş}}{R_{eş}} = \frac{40}{20} = 2$ A olur.

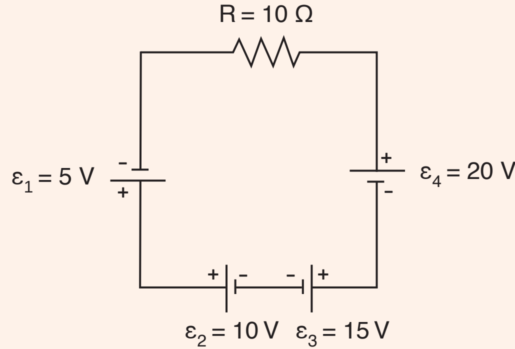
$V = I \cdot R_3 = 2 \cdot 8 = 16$ V olur.

b) Devredeki akım şiddetinin maksimum olması için toplam emk değerinin de maksimum olması gerekir. Bunun için devredeki piller birbirine düz ve seri bağlanmalıdır. ε_4 pili tek başına veya ε_1, ε_2 ve ε_3 pilleri birlikte ters çevrilirse emk ve akım maksimum olur.



9. SIRA SİZDE

Emk değerleri verilen iç dirençleri önemsiz üreteçler ve 10 Ω'luk direnç kullanılarak şekildeki devre kurulmuştur.



Buna göre R direncinden geçen akım şiddeti kaç A'dir?



Elektrik devrelerinin bazılarında üreteçlerin seri bağlanması devrenin ihtiyacı olan akım ve gerilim değerini karşılayamaz. Ayrıca seri bağlı devrelerde pillerden birinin bozulması akımın oluşmamasına neden olur. Bu sebeple bazen üreteçlerin birbirine paralel bağlanması gerekir. Üreteçlerin paralel bağlanmasının gerekçesini öğrenmek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (DENEY)



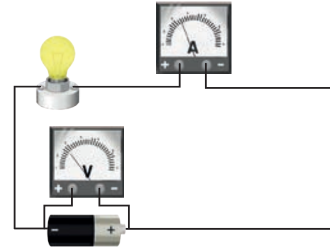
Etkinlik İsmi	**Üreteçlerin Paralel Bağlanması**
Etkinliğin Amacı	**Birden fazla üretecin paralel bağlanmasının devredeki toplam potansiyel farkına ve devredeki akım şiddetine etkisini açıklayabilme.**

1 Ders Saati — Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Mini lamba
- 3 adet özdeş kalem pil
- Duy
- 2 adet ampermetre
- Voltmetre
- Bağlantı kabloları

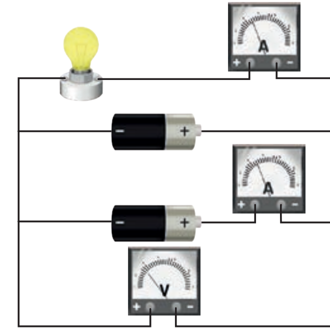
Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Şekil I'deki elektrik devresini kurunuz. Ampermetre ve voltmetrede okuduğunuz değerleri yan sayfadaki tablonun ilgili kısmına yazınız.



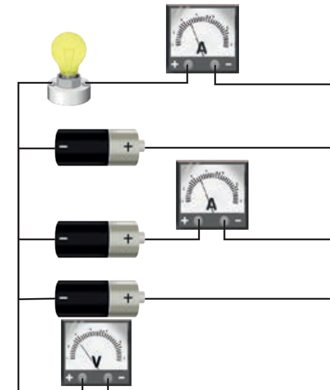
Şekil I

2. Şekil II'deki elektrik devresini kurunuz. Pile bağlı ampermetreden (A_1), ana koldaki ampermetreden (A_2) ve voltmetreden (V) değerleri okuyunuz ve bu değerleri yan sayfadaki tablonun ilgili kısmına yazınız.



Şekil II

3. Şekil III'teki elektrik devresini kurunuz. Pile bağlı ampermetreden (A_1), ana koldaki ampermetreden (A_2) ve voltmetreden (V) değerleri okuyunuz ve bu değerleri yan sayfadaki tablonun ilgili kısmına yazınız.



Şekil III



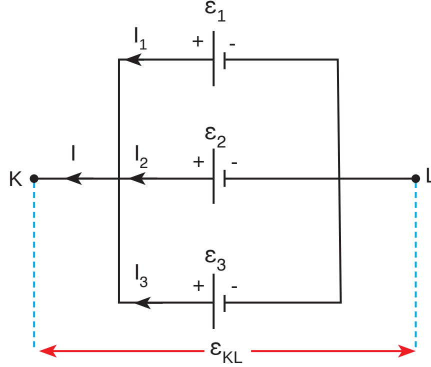
Devreler	V Voltmetresinde Okunan Değer (V)	A_1 Ampermetresinde Okunan Değer (A)	A_2 Ampermetresinde Okunan Değer (A)
Şekil I'deki devre			
Şekil II'deki devre			
Şekil III'teki devre			

Değerlendirme

1. Pillerden geçen akım ile ana koldan geçen akım arasındaki ilişkinin matematiksel bir modelini oluşturunuz.

2. Üreteçlerin paralel bağlanmasının amacı ne olabilir?

Etkinlikte de görüldüğü gibi birbirine paralel bağlanmış özdeş pillerden oluşan devredeki toplam emk, paralel kolların her birindeki üreteçlerin emk değerine eşittir. Ana koldan geçen akım şiddeti ise üreteçler arasında eşit paylaşılır.



***Şekil 1.27:** Paralel bağlı üreteç devresinde toplam emk*

Etkinlikte elde edilen sonuçlar Şekil 1.27'deki gibi birbirine paralel bağlanmış özdeş üreteç devresine uyarlanırsa

$\varepsilon_{KL} = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$ olur.

Devrenin ana kol akımını bu üç özdeş üreteç birlikte sağladığı için

$I = I_1 + I_2 + I_3$ ve $I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3}$ olur.

Paralel bağlı üreteçlerden oluşan bir devrede üreteçlerden herhangi biri arızalansa bile diğer üreteçler devreye akım vermeye devam eder.

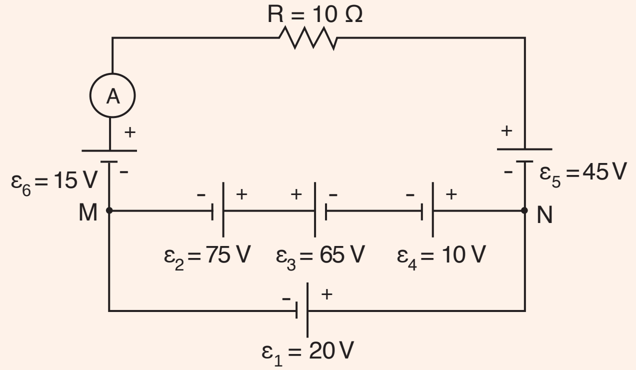
Birbirine paralel bağlı üreteçlerin emk değeri farklı olursa emk değeri büyük olan üreteç diğerlerinin üzerinden akım geçirerek kısa sürede tükenir. Bu ünitede paralel bağlanacak üreteçler özdeş kabul edilecektir.



ÖRNEK

İç dirençleri önemsiz üreteçler ve 10 Ω'luk dirençle şekildeki elektrik devresi oluşturuluyor.

Buna göre ampermetreden geçen akım şiddeti kaç A'dir?





ÇÖZÜM

ε_2, ε_3 ve ε_4 seri bağlanmıştır. Buna göre M-N arasındaki eş değer emk

$\varepsilon_{MN} = \varepsilon_2 - \varepsilon_3 + \varepsilon_4 = 75 - 65 + 10 = 20$ V olur.

ε_{MN}, ε_1 üretecine paralel olup bu üreteçlerin eş değeri de 20 V'tur.

ε_5 ve ε_6 hem kendi içinde hem de diğer üreteçlere seri olduğundan devredeki eş değer emk

$\varepsilon = \varepsilon_{MN} + \varepsilon_5 - \varepsilon_6 = 20 + 45 - 15 = 50$ V olur.

Ampermetre ana koldan geçen akım şiddetini ölçtüğüne göre bu değer

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{50}{10} = 5$ A olur.



10. SIRA SİZDE

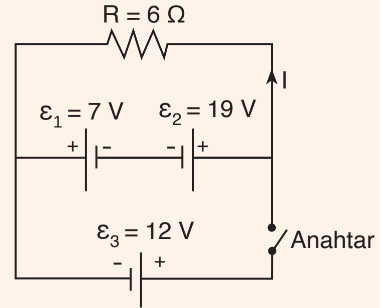
İç dirençleri önemsiz üreteçler ve dirençten oluşan elektrik devresinde anahtar açık durumdayken direnç üzerinden I şiddetinde akım geçmektedir.

Buna göre

a) Anahtar açıkken direnç üzerinden geçen I akım şiddeti kaç A'dir?

b) Anahtar kapatıldığında direnç üzerinden geçen akım şiddeti kaç A olur?

c) Anahtar kapatıldığında ε_1 üretecinden geçen akım şiddeti kaç A azalır?







TARTIŞINIZ

Günümüzde elektrikli araç, bilgisayar ve cep telefonlarında çoğunlukla lityum-iyon pilleri kullanılmaktadır. Bu pillerde kullanılan lityum rezervlerinin sınırlılığı, pillerin çevre kirliliği yaratması ve güvenlik sorunlarına neden olması bilim insanlarını yeni pil teknolojisi arayışına itmiştir.

Geleceğin pilleri sizce hangi özellikleri taşımalıdır? Tartışınız.

Üreteçlerin Tükenme Süresi

Pil ve dirençten oluşan devreden geçecek akım şiddetini devrenin direnci belirler. Özdeş pillerin kullanıldığı iki devreden yüksek akım çekilen devredeki pil erken tükenirken düşük akım çekilen devredeki pil geç tükenir. Bunun nedeni pillerin kimyasal enerjilerinin sınırlı olmasıdır. Üreteçlerin bağlanma şekilleriyle tükenme süreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

ETKİNLİK (DENEY)

1 Ders Saati — Grup Çalışması

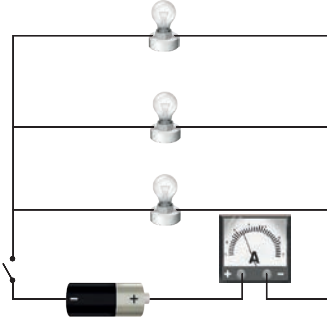
Etkinlik İsmi	**Üreteçlerin Tükenme Süresi**
Etkinliğin Amacı	**Üreteçlerin bağlanma şekilleriyle tükenme süreleri arasındaki ilişkiyi açıklayabilme.**

Nelere İhtiyacın Olacak?

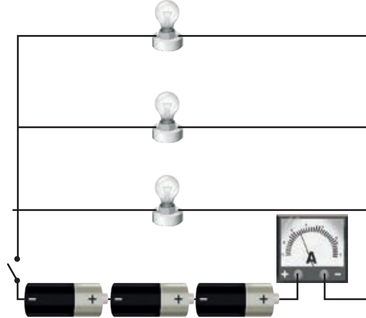
- 9 adet lamba ve 9 adet duy
- 3 adet ampermetre
- 7 adet özdeş kalem pil
- Bağlantı kabloları
- Anahtar
- Kronometre

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

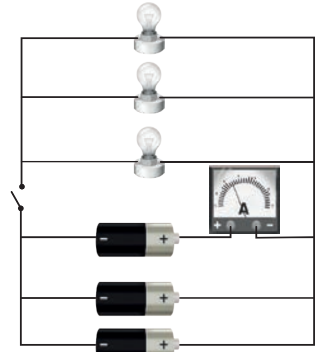
1. Özdeş üreteç, özdeş lamba, ampermetre ve voltmetreyi Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki gibi bağlayarak üç farklı elektrik devresi oluşturunuz.



Şekil I



Şekil II



Şekil III

2. Anahtarları aynı anda kapatarak kronometreleri çalıştırınız. Her bir devrede üreteçten çekilen akım şiddetini ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri tablonun ilgili kısmına yazınız.
3. Her bir devre için lambanın sönmesiyle kronometreyi durdurarak geçen süreyi ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri tablonun ilgili kısmına yazınız.

Devreler	Ampermetreden Geçen Akım Şiddeti (A)	Devredeki Üreteçlerin Tükenme Süresi (s)
Şekil I'deki devre		
Şekil II'deki devre		
Şekil III'teki devre		

Değerlendirme

1. Üreteçlerin tükenme süresiyle her bir üreteçten çekilen akım şiddeti arasındaki ilişki nedir?



2. Üreteçlerin bağlanma şekliyle tükenme süreleri arasındaki ilişki nedir?



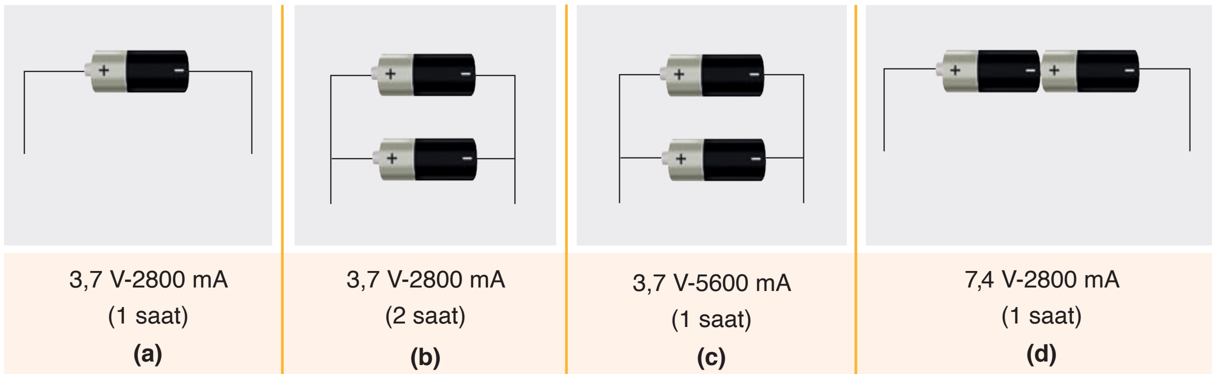
Özdeş üreteç ve özdeş lambalardan oluşan devrelerde paralel bağlı üreteç devresi, seri bağlı üreteç devresinden daha uzun süre akım verir. Devredeki paralel bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilen akım şiddeti azalır ve devrenin çalışma süresi uzar. Bunun tersi olarak bir devredeki seri bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilen akım şiddeti artar ve devrenin çalışma süresi azalır. Üreteçlerin tükenme süresi, üreteçten çekilen akımdan başka üreteçteki sıcaklık değişimi, üreteçte kullanılan maddelerin kimyasal yapısı gibi etkenlere bağlıdır.



Görsel 1.10: *600 mAh kapasitesinde ve 1,2 Volt gerilime sahip pil*

Günümüzde kullanılan bazı pillerin üzerinde Ah (ampersaat) veya mAh (miliampersaat) şeklinde ifadeler görülür. Bu ifade bir pilden 1 A veya 1 mA akım çekildiğinde pilin akım verebileceği süreyi saat cinsinden verir. Üzerinde 600 mAh ve 1,2 V yazan bir pil (Görsel 1.10) elektrik devresine bağlandığında devrenin uçları arasında sabit 1,2 V gerilim oluşturur. Pilden 600 mA şiddetinde akım çekilirse pil 1 saat, 300 mA akım çekilirse pil 2 saat süreyle devreye enerji verebilir. Buna göre bir üretecin tükenme süresi üreteçten çekilen akım şiddetiyle ters orantılı değişir.

- Bir elektrik devresine kapasitesi 2800 mAh olan 3,7 V'luk üreteç tek başına bağlandığında devreye 3,7 V potansiyel farkı altında 2800 mA şiddetindeki akımı 1 saat boyunca verir (Şekil 1.28.a).
- Devrenin ihtiyaç duyduğu gerilim 3,7 V ve akım şiddeti 2800 mA ise devreye bir üreteç yerine, iki özdeş üreteç paralel bağlanabilir. Bu durumda üreteçler devreye 2 saat boyunca akım verir (Şekil 1.28.b).
- Devrenin ihtiyaç duyduğu gerilim 3,7 V ve akım şiddeti 5600 mA ise devreye aynı üreteçlerden ikisi paralel bağlanır. Bu üreteçler devreye 1 saat boyunca akım verir (Şekil 1.28.c).
- Devrenin ihtiyacı olan gerilim 7,4 V ve akım şiddeti 2800 mA ise devreye aynı üreteçlerden ikisi seri bağlanır. Bu üreteçler devreye 1 saat boyunca akım verir (Şekil 1.28.d).



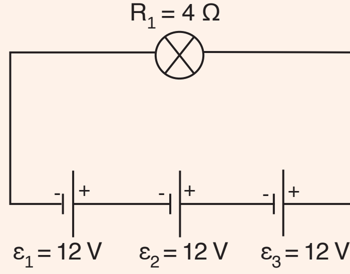
Şekil 1.28: *Seri ve paralel bağlı üreteçlerde devreye sağlanan akım ve gerilim değerleri*



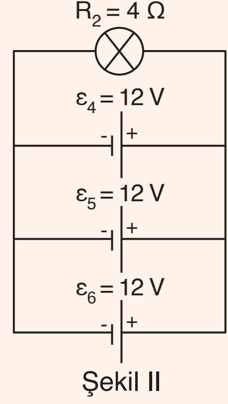
ÖRNEK

İç direnci önemsiz özdeş üreteç ve lambalarla Şekil I ve Şekil II'deki elektrik devreleri kuruluyor.

Buna göre elektrik devrelerindeki üreteçlerin akım verme sürelerini karşılaştırınız.



Şekil I



Şekil II



ÇÖZÜM

Şekil I'de verilen seri bağlı üreteç devresinden geçen akım şiddeti

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R_1} = \frac{36}{4} = 9\text{ A olur.}$$

Üreteçler seri bağlı olduğundan her bir üreteçten 9 A akım çekilir.
Şekil II'de verilen paralel bağlı üreteç devresinden geçen akım şiddeti ise

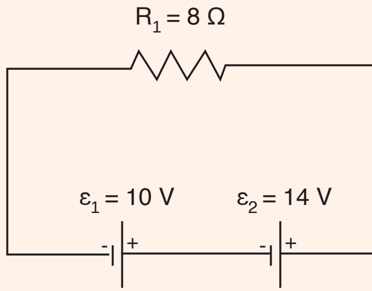
$$I = \frac{\varepsilon}{R_2} = \frac{12}{4} = 3\text{ A olur.}$$

Paralel bağlı üreteçlerde akım şiddeti, üreteçlere eşit olarak paylaştırılacağından her bir üreteçten çekilen akım şiddeti 1 A olur. Bu durumda Şekil II'deki üreteçler, Şekil I'deki üreteçlere göre lambanın daha uzun süre ışık vermesini sağlar.

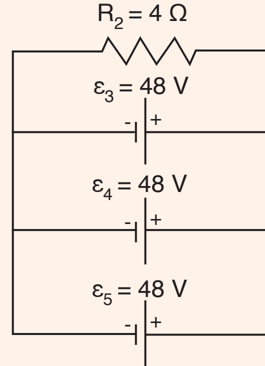


11. SIRA SİZDE

İç dirençleri önemsiz üreteçler ve farklı değerlerdeki dirençlerle şekillerdeki elektrik devreleri oluşturuluyor.



Şekil I



Şekil II

Her bir üretecin devreye akım verme süresi t_1, t_2, t_3, t_4 ve t_5 olduğuna göre akım verme süreleri arasındaki ilişki nedir?





ÖRNEK

Emk değeri 3 V olan iç direnci önemsiz üç adet özdeş pil ile direnci sabit ve 2 Ω olan bir adet lamba kullanarak elektrik devreleri oluşturuluyor.

Buna göre

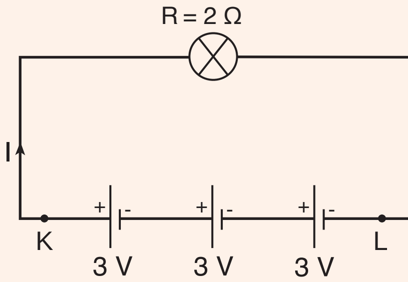
a) Lambadan geçecek akım şiddetinin maksimum olacağı elektrik devresini kurunuz.

b) Lambanın en uzun süre ışık verebileceği elektrik devresini kurunuz.



ÇÖZÜM

a) Lambadan maksimum şiddette akım geçebilmesi için lambanın uçlarına uygulanacak potansiyel farkının da maksimum olması gerekir. Bu durumda piller ve lamba şekildeki gibi birbirine seri olarak bağlanmalıdır.



Lambanın uçları arasında oluşan potansiyel farkı

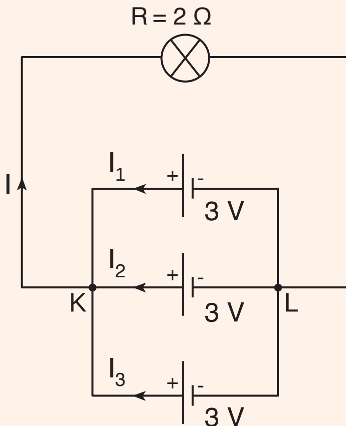
$V_{KL} = 3 + 3 + 3 = 9$ V olur.

Bu durumda lamba üzerinden geçen akım şiddeti

$I = \frac{V_{KL}}{R} = \frac{9}{2} = 4{,}5$ A olur.

Bu akım şiddeti, verilen devre elemanlarıyla bu devreden geçebilecek maksimum akım şiddetidir.

b) Lambanın maksimum süre ışık verebilmesi, üreteçlerden çekilecek akımın minimum değerde olmasına bağlıdır. Bu durumda piller ve lamba şekildeki gibi birbirine paralel bağlanmalıdır.



Lambanın uçları arasında oluşan potansiyel farkı

$V_{KL} = 3$ V olur.

Devrenin ana kol akımı ve lamba üzerinden geçen akım şiddeti eşit olup

$I = \frac{V_{KL}}{R} = \frac{3}{2}$ A olur.

Bu durumda birbirine paralel bağlı özdeş pillerin her birinden çekilen akım şiddeti

$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{I}{3} = \frac{1}{2}$ A olur.

Bu akım şiddeti, verilen devre elemanlarıyla pillerden çekilebilecek minimum akım şiddetidir.

Galvani ve Volta'nın Elektrik Üzerine Görüşleri

Bilim insanları tarih boyunca elektrik üzerine çeşitli çalışmalar yürütmüştür. Elektrik enerjisinin keşfedilip üretilmesi, depolanması ve bugün vazgeçilmez bir enerji türü hâline gelmesi bilim insanlarının sabırlı, azimli ve titiz çalışmalarının sonucudur. Bu bilim insanlarından ikisi Luigi Galvani (Luici Galvani) ve Alessandro Volta'dır (Alessandro Volta). Galvani ve Volta'nın bakış açıları arasındaki farkı öğrenmek için bir sonraki sayfada verilen etkinliği yapınız.



ETKİNLİK

Etkinlik İsmi	**Elektrik Akımının Oluşumu Konusunda Galvani ve Volta'nın Görüşleri**	2 Ders Saati · Grup Çalışması **Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ
Etkinliğin Amacı	**Galvani ve Volta'nın elektrik enerjisi hakkındaki görüş farklılıklarının nedenlerini açıklayabilme.**	

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Galvani ve Volta'nın elektrik akımının oluşumu hakkındaki görüşlerini, çalışmalarında izlediği yöntemleri, çalışmalarının bilime katkısını tartışmak üzere üyelerini öğretmeninizin belirlediği iki grup oluşturunuz.
2. Grubunuza verilen bilim insanının çalışmalarını araştırınız. Tartışmanızda kullanmak amacıyla sunu, grafik bilgi, kısa film, deney düzeneği gibi materyaller hazırlayabilirsiniz.
3. Grubunuzdan bir temsilci seçiniz ve grubunuza verilen bilim insanının savunduğu görüşlerle ilgili beş dakikalık bir sunum yapınız.

Değerlendirme

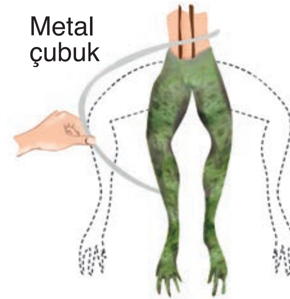
1. Bilimde aynı konunun farklı bakış açılarıyla çalışılmasının bilime katkıları nelerdir? Görüşlerinizi aşağıdaki boşluğa yazınız.



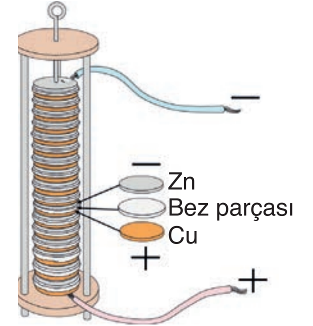
2. Farklı bakış açılarının farklı disiplinlere etkileri hakkındaki görüşleriniz nelerdir? Aşağıdaki boşluğa yazınız.



Anatomi profesörü Luigi Galvani 1786 yılında kurbağaların anatomisi üzerine bir dizi deney yapmıştır. Deneylerinde kurbağa bacağının kas ve sinirlerine farklı metalleri temas ettirdiğinde kurbağa bacağında şiddetli kasılmalar gözlemlemiştir. Gözlemlerinden yola çıkarak canlılarda doğal bir elektrik akımının olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu akıma da hayvansal elektrik adını vermiştir (Şekil 1.29).



Şekil 1.29: *Galvani'nin deneyi*



Şekil 1.30: *Volta pili*

Luici Galvani ile aynı dönemde yaşayan fizikçi Alessandro Volta'ya göre kurbağa bacağının kasılmasının nedeni hayvansal elektrik değil, kaslara farklı metallerin değdirilmesiydi. Bu hipotezini desteklemek için bakır (Cu) ve çinko (Zn) levhaların arasına tuzlu suya (NaCl) batırılmış bez parçaları yerleştirmiştir. Oluşturduğu metal çiftlerini üst üste koyup seri bağlayarak iki uç arasında potansiyel farkı oluştuğunu göstermiştir (Şekil 1.30).

Volta'nın düzeneği günümüzde kullanılan pillerin ilk örneğidir. Volta'nın çalışmaları ve düzeneği kendinden sonra gelen birçok bilim insanına ilham kaynağı olmuş ve geliştirilen birçok elektriksel fikrin ve buluşun temelini oluşturmuştur.

1.2.4. Elektrik Enerjisi ve Elektriksel Güç



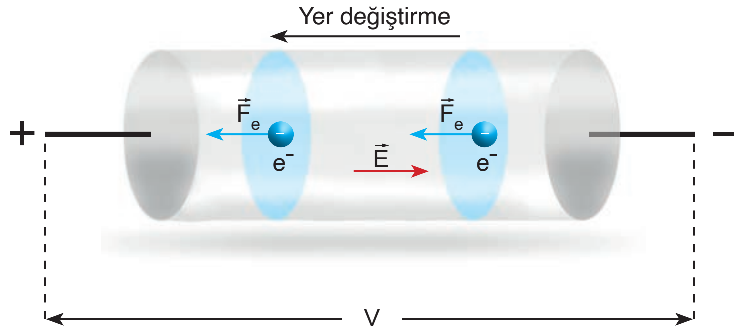
Görsel 1.11: *Elektrikli araç*

Fosil yakıtlı araçlar günümüzde yerlerini elektrikli araçlara bırakmaya başlamıştır (Görsel 1.11). Bu araçların bataryalarındaki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Elektrik enerjisinin bir kısmı ısı, ışık ve ses enerjisine dönüşürken kalanı, motorda mekanik enerjiye dönüşür. Bu sayede araç mekanik iş yapar.

Mekanik iş, bir cisme hareketi doğrultusunda etkiyen net kuvvet ile yer değiştirme miktarının çarpımıdır.

$W = F \cdot \Delta x$

İletken telin uçları arasına potansiyel farkı (V) uygulanırsa iletkende elektrik alanı ($\vec{E}$) oluşur. Elektrik alanı içinde kalan serbest elektronlara elektriksel kuvvet ($\vec{F}_e$) etki eder. Elektriksel kuvvetler serbest elektronları negatif kutuptan pozitif kutba doğru hareket ettirerek elektronların yer değiştirmesini sağlar. Böylece elektriksel kuvvetler elektrik yükleri üzerinde iş yapmış olur (Şekil 1.31).



Şekil 1.31: *Elektrik alanda hareket eden yükler*

Elektriksel iş, bir iletkenin uçları arasına uygulanan V potansiyel farkının iletken boyunca birim zamanda taşıdığı elektrik yükü miktarıdır. İş birimi olarak 1 J, potansiyel farkı 1 V olan iki noktanın birinden diğerine 1 C elektrik yükünü hareket ettirmek için yapılan iş veya harcanan elektrik enerjisidir. Elektriksel iş denkleminde akımın matematiksel modeli ($q = i \cdot t$) kullanılırsa bir devre elemanında t sürede açığa çıkan enerji miktarı aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilir.



MATEMATİKSEL MODEL

$\mathbf{E = V \cdot I \cdot t}$

E : Enerji (J)

V : Potansiyel farkı ya da gerilim (V)

I : Akım şiddeti (A)

t : Akımın geçiş süresi (s)

Elektrik enerjisi farklı sistemlerde farklı enerji türlerine dönüşür. Örneğin tost makinesinde elektrik enerjisi ısıya, çamaşır makinesinde ısı ve hareket enerjisine dönüşmektedir. Lambada ise elektrik enerjisi ışık ve ısıya dönüşür.

Bilindiği gibi fiziksel anlamda mekanik güç, birim zamanda harcanan veya üretilen mekanik enerjidir. Benzer şekilde **elektriksel güç**, bir elektrik devresinde direnci R olan devre elemanının birim zamanda harcadığı elektrik enerjisi ya da enerjinin harcanma hızıdır. Güç **P** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **watt** [Vat (W)] kabul edilir.

Buna göre elektriksel güç,

$P = \frac{W}{t}$ bağıntısında $W = V \cdot I \cdot t$ yerine yazılırsa devre elemanının gücü aşağıdaki matematiksel modelle ifade edilir.



MATEMATİKSEL MODEL

$\mathbf{P = V \cdot I}$

P : Güç (W)

V : Potansiyel farkı ya da gerilim (V)

I : Akım şiddeti (A)

Elektriksel enerjiyle elektriksel güç arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$E = P \cdot t$

SI birim sisteminde gücün birimi watt, zamanın birimi saniye olduğundan enerji birimi olan joule yerine wattsaniye (Ws) birimi de kullanılır. Gücün birimi kilowatt, zamanın birimi saat seçilirse enerjinin birimi kilowattsaat (kWh) olur.

1 kWh = 3 600 000 Ws olur.

Ws birimi, kWh birimine göre çok küçük kaldığından binalarda harcanan elektrik enerjisi kWh cinsinden hesaplanarak faturalandırılır.



ÖRNEK

Bir evin tüm odalarında 20 W gücünde toplam 50 adet lamba bulunmaktadır.

Lambaların tamamının 10 saat açık kaldığı varsayılırsa bu durumun faturaya etkisi kaç TL olur? (1 kWh enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)



ÇÖZÜM

1 adet lambanın 10 saatte harcayacağı elektrik enerjisi

$E = P \cdot t = 20 \cdot 10 = 200$ Wh = 0,2 kWh olur.

50 adet lambanın 10 saatte harcayacağı enerji

$E_{top} = 50 \cdot 0{,}2 = 10$ kWh olur.

Bu enerjinin fatura bedeli ise $10 \cdot 1{,}5 = 15$ TL olur.



ÖRNEK

Bir el fenerinde 2 adet 1,5 V'luk seri bağlanmış pil kullanılmaktadır. El fenerinin lambası akkor lamba olup direnci 10 Ω'dur.

Buna göre

a) Lambanın gücü kaç W'tır?

b) El fenerinde kullanılan piller 4 saatte tükendiğine göre el fenerinde harcanan toplam enerji kaç J'dür?

c) El fenerinde harcanan bu enerji hangi enerji türlerine dönüşmüştür?



ÇÖZÜM

a) Piller seri bağlandığına göre lambanın uçları arasındaki potansiyel farkı

$V = V_1 + V_2 = 1{,}5 + 1{,}5 = 3$ V olur. Lambanın gücü $P = V \cdot I = \frac{V^2}{R} = \frac{3^2}{10} = \frac{9}{10} = 0{,}9$ W olur.

b) $t = 4 \cdot 60 \cdot 60 = 14\,400$ s

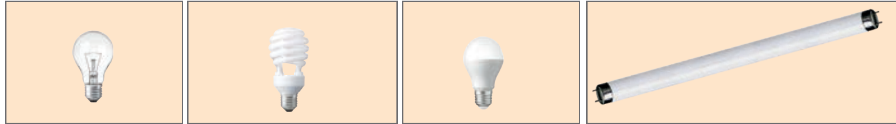
$E = P \cdot t = 0{,}9 \cdot 14\,400 = 12\,960$ J olur.

c) Isı ve ışık enerjisine dönüşmüştür.



YORUMLAYINIZ

Lambaların aydınlatma miktarı lambanın gücüne, lambanın çalışma sistemine ve kullanılan malzemelere bağlıdır. 75 W gücündeki akkor lambanın, 18 W gücündeki tasarruf lambasının, 10 W gücündeki LED lambanın ve 54 W gücündeki floresan lambanın aydınlatma miktarları birbirine eşittir.



	Akkor Lamba	Tasarruf Lambası	LED Lamba	Floresan Lamba
Gücü (W)	75	18	10	54
Kullanım Ömrü (h)	1000	8000	30 000	20 000
Ortalama Fiyatı (TL)	16	35	18	60

Buna göre

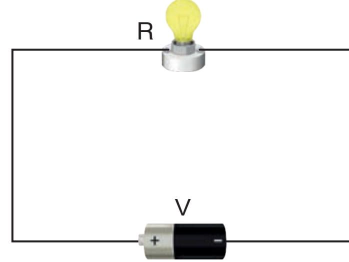
a) Lambaların fiyatı, ömrü ve tüketim bedelini dikkate alarak evinizin tüm lambalarını tablodan seçeceğiniz bir lamba türüyle değiştirmeniz durumunda lambalar için yapacağınız harcamayı, lambaların tüketeceği enerjiyi, elde edilecek tasarruf miktarını ve elde edilen tasarrufla lambaların maliyetini kaç saatte karşılayabileceğini hesaplayınız.
(1 kWh enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)

b) Enerji tasarrufunu çevrenin korunması ve ülke ekonomisine katkısı açısından yorumlayınız.



Lambaların Parlaklığı

Bir lambanın parlaklığı lambanın gücüyle doğru orantılıdır. Bununla birlikte güç ile parlaklık arasındaki bu karşılaştırma sadece aynı cinsten lambalar için geçerlidir. Farklı cins lambalar güçleri farklı olsa bile aynı parlaklıkta ışık verebilir. Lambaların bağlanış şekli de lamba parlaklığını etkiler.



Şekil 1.32: *Tek pil ile çalışan lamba devresi*

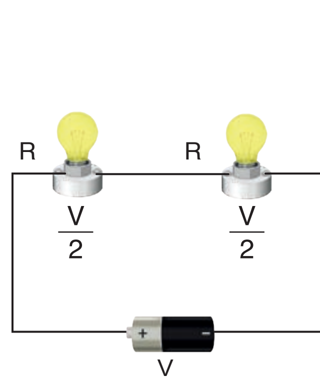
Direnci R olan bir lambanın uçları arasına iç direnci önemsiz ve gerilimi V olan bir üreteç bağlandığında lambanın gücü

$P = \frac{V^2}{R}$ olur (Şekil 1.32).

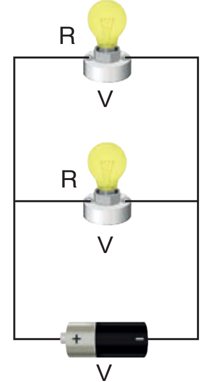
Şekil 1.32'deki lambaya özdeş başka bir lamba seri bağlandığında her bir lambanın uçları arasındaki potansiyel farkı $\frac{V}{2}$ ve gücü $\frac{P}{4}$ olur (Şekil 1.33).

Şekil 1.32'deki lambaya özdeş başka bir lamba paralel bağlandığında her bir lambanın uçları arasındaki potansiyel farkı V ve gücü P olur (Şekil 1.34).

Sonuç olarak seri bağlı lamba devrelerinde lamba sayısı arttıkça lambaların gücü dolayısıyla parlaklıkları azalır. Paralel bağlı lamba devrelerinde ise lamba sayısının değişmesi lambaların gücünü dolayısıyla parlaklığını etkilemez.



Şekil 1.33: *Seri bağlı iki lamba ve pil devresi*

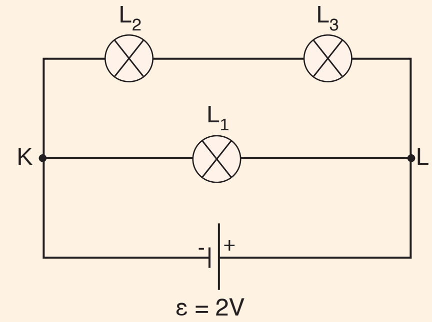


Şekil 1.34: *Paralel bağlı iki lamba ve pil devresi*


ÖRNEK

Emk değeri 2V olan iç direnci önemsiz üreteç ve özdeş lambalarla bir elektrik devresi oluşturuluyor.

Buna göre lambaların parlaklık sıralaması nasıl olur?

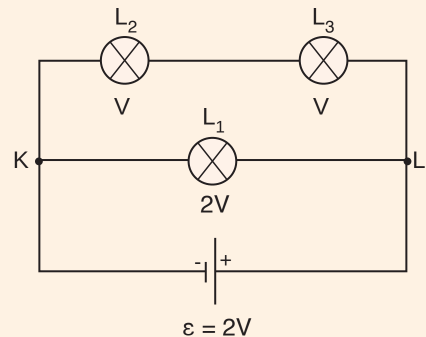



ÇÖZÜM

Üreteç, L_1 lambası ile birbirine seri bağlı L_2 ve L_3 lambaları K ile L noktaları arasına bağlanmıştır. K-L uçları arasındaki potansiyel farkı 2V olduğuna göre lambaların uçları arasındaki potansiyel farkı şekildeki gibi olur.

Özdeş lambaların parlaklığı ve gücü $P = \frac{V^2}{R}$ bağıntısına göre potansiyel farkın karesiyle doğru orantılıdır.

Bu durumda $P_1 > P_2 = P_3$ olur.

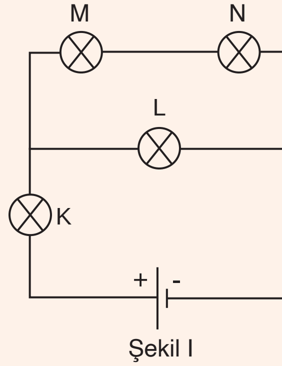




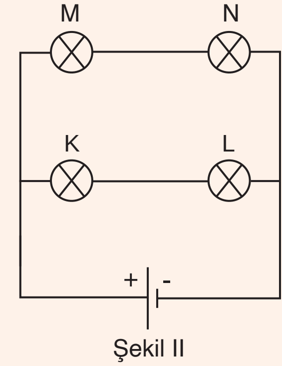
12. SIRA SİZDE

İç direnci önemsiz üreteç ve özdeş K, L, M ve N lambalarıyla Şekil I'deki devre oluşturuluyor.

Lambalar sökülerek Şekil II'deki gibi bağlandığında lambaların P_K, P_L, P_M ve P_N parlaklığı önceki duruma göre nasıl değişir?



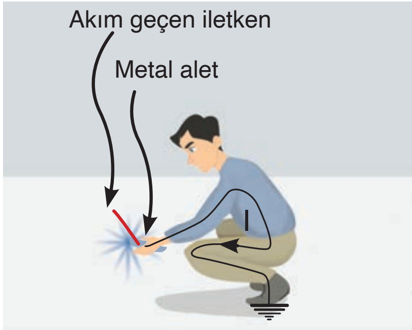
Şekil I



Şekil II



1.2.5. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikeler ve Bu Tehlikeleri Önleme Yöntemleri



***Şekil 1.35:** Elektrik çarpması*

Elektrik akımı taşıyan bir iletken, insan vücuduna temas edince vücut, elektrik devresinin bir parçası hâline gelir ve akım insan vücudundan geçer. Bu duruma halk arasında **elektrik çarpması** adı verilir. Ancak elektrik akımının insan vücudundan geçebilmesi için akım taşıyan tele dokunan kişinin vücudunun başka bir noktasıyla (el, ayak vb.) ya toprağa ya da elektrik hattının nötr ucuna temas ediyor olması gerekir (Şekil 1.35).



BİLGİ KUTUSU

Bir iletkenden geçen akım şiddeti gerilime bağlı olsa da insan sağlığına zarar veren asıl etki, vücuttan geçen akım şiddetinin büyüklüğü ve akıma maruz kalma süresidir. Kısa süreyle elektrik akımına maruz kalan bir insanın vücudunda oluşabilecek etkiler aşağıda verilmiştir.

Akım Şiddeti (mA)	Akımın Bir Saniyede İnsan Vücuduna Olası Etkisi
1	Hissedilebilir.
2-4	Parmaklarda sinirler titreşir.
5-7	Kolda hafif kramp hissedilir.
10-15	Kasılmalar artar ancak elde tutulan cisim hâlâ bırakılabilir.
19-22	Çok acılıdır, elde tutulan cisim bırakılamaz.
30	Şiddetli acı hissedilir, eller çalışamaz duruma gelir.
50	Şiddetli ağrı, acı ve kasılma yaşanır.
100-200	Ölümle sonuçlanabilir.
200 üstü	Ölümle sonuçlanabilir, yanmalar görülür.

Elektrik kazalarına karşı alınacak bazı önlemler aşağıda sıralanmıştır.



Grafik 1.1: *Elektrik kazalarında alınması gereken tedbirler*

Elektrik Çarpmalarında Yapılabilecek İlk Yardım

- Akıma kapılan kişi hâlâ elektrik kaynağına temas hâlinde ise kişiye asla dokunulmamalıdır.
- Elektrik kaynağı sigortadan ya da prizden kapatılmalıdır. Elektrik kaynağı kapatılamıyorsa karton, plastik veya tahtadan yapılmış iletken olmayan ve kuru bir nesne kullanılmalı; kaynak, hem ortamda bulunan kişilerden hem de akıma kapılan kişiden uzaklaştırılmalıdır.
- Sağlık yardımı için acil çağrı merkezi numarası 112'ye telefon edilmelidir.
- Ortamda elektrik çarpma tehlikesi yoksa yanık yaraları temiz suyla soğutulmalı ve temizlenmelidir. Soğutma sadece yanık acılarını azaltacak kadar kısa süreli olmalıdır.
- Yaralının bilinci açıksa ve nefes alıp verebiliyorsa yaralı sakince dinlendirilmelidir. Ayrıca bir çay kaşığı karbonat ve bir çay kaşığı tuz 300 mL suda eritilmeli ve ilk yarım saat içinde yaralıya içirilmelidir. Bu gibi durumlarda tek başına su içirilmesi önerilmez.

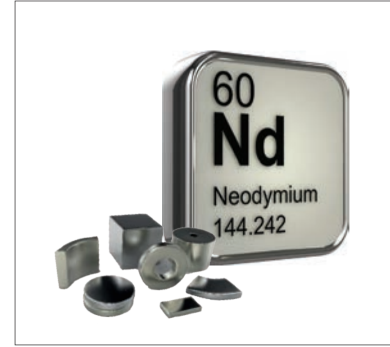
1.3. MIKNATIS VE MANYETİK ALAN

Mıknatısa ait en erken bilgi MÖ 6. yüzyılda yaşamış Yunan filozof Thales'e (Tales) atfedilir. Thales mıknatısların bir ruha sahip olduğundan demiri hareket ettirdiğini söyler. O dönemde Magnesia (Magnesya) kentinde bazı kaya parçalarının metalleri çektiğinin gözlendiği ve bu nedenle manyetik kelimesinin Magnesia kentinin isminden türediği rivayet edilmektedir.

Demir, nikel, kobalt gibi elementleri ve bu elementlerden meydana gelen alaşımları çekme özelliği gösteren maddelere **mıknatıs** denir. Mıknatıslar doğal veya yapay olabilir (Görsel 1.12 ve Görsel 1.13). Doğal mıknatıslar manyetit olarak adlandırılan kimyasal bileşimi Fe_3O_4 olan demiroksit bileşiğidir. Yapay mıknatısların manyetik özelliği geçici ya da kalıcı olabilir.



Görsel 1.12: *Doğal mıknatıs*



Görsel 1.13: *Yapay mıknatıs*

Yer çekimi ve elektriğin etkili olduğu olayları açıklamak için yer çekimi alanı ve elektrik alanı, manyetizmanın etkili olduğu olayları açıklamak için de manyetik alan kavramı kullanılır. Mıknatısın oluşturduğu manyetik alanı ve özelliklerini öğrenmek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

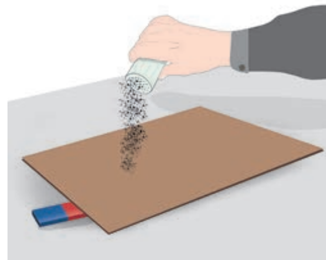


ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	**Mıknatısın Manyetik Alanı**	1 Ders Saati Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Mıknatısların oluşturduğu manyetik alanı ve bu alanın özelliklerini açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • 20 x 25 cm ebatlarında karton • 2 adet çubuk mıknatıs • Demir tozu • Pusula

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

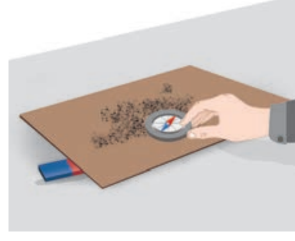
1. Yer düzlemine paralel tuttuğunuz karton levhanın altına çubuk mıknatısı yerleştiriniz. Kartonun üzerine demir tozları serperek demir tozlarının aldığı şekli gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi şeklin yanındaki boşluğa çiziniz.



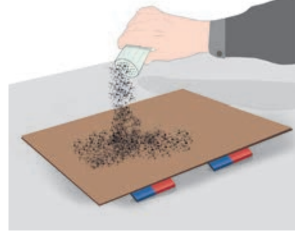




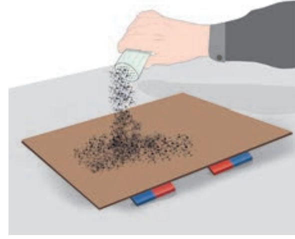
2. 1. basamaktaki düzeneğinizi bozmadan pusulayı demir tozlarının olduğu bölgede hareket ettiriniz ve pusula ibresinin yönelimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi şeklin yanındaki boşluğa çiziniz.



3. Yer düzlemine paralel tuttuğunuz karton levhanın altına iki çubuk mıknatısı zıt kutupları karşılıklı gelecek ve aralarında 5 cm mesafe olacak şekilde yerleştiriniz. Kartonun üzerine demir tozları serperek demir tozlarının aldığı şekli gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi şeklin yanındaki boşluğa çiziniz.



4. Yer düzlemine paralel tuttuğunuz karton levhanın altına iki çubuk mıknatısı aynı kutupları karşılıklı gelecek ve aralarında 5 cm mesafe olacak şekilde yerleştiriniz. Kartonun üzerine demir tozları serperek demir tozlarının aldığı şekli gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi şeklin yanındaki boşluğa çiziniz.



Değerlendirme

1. Mıknatıs tarafından çekilen demir tozlarının deseni mıknatısın çekimi hakkında hangi bilgileri verir?



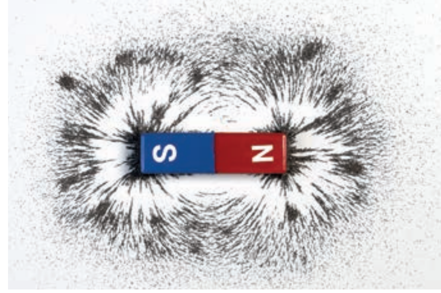
2. Mıknatıs etrafına döktüğünüz demir tozlarının deseni ile pusula ibresinin yönelimi arasındaki ilişki nedir?



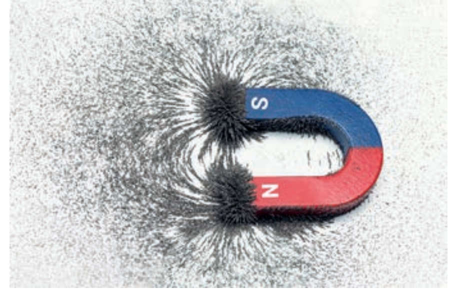
3. Birbirleriyle etkileşen mıknatısların demir tozlarının deseninde oluşturduğu farklılık ile mıknatısların etkileşim şekilleri (itme ve çekme) arasındaki ilişki nedir?



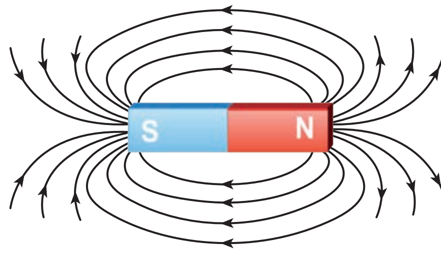
Etkinlikte karton levha üstüne demir tozları serpildiğinde demir tozlarının mıknatıstan etkilenerek bir desen oluşturduğu görülür. Mıknatısların etrafında manyetik etkilerini gösterdiği bölgeye o mıknatısın **manyetik alanı** denir (Görsel 1.14 ve Görsel 1.15). Manyetik alan, vektörel bir büyüklük olup **B** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **Tesla** (T) kabul edilir. Manyetik alanlar manyetik alan çizgileriyle modellenir (Şekil 1.36 ve Şekil 1.37).



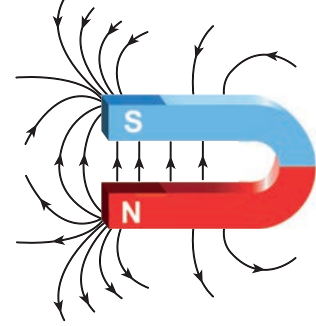
Görsel 1.14: *Çubuk mıknatısın etrafında demir tozlarının aldığı görünüm*



Görsel 1.15: *U mıknatısın etrafında demir tozlarının aldığı görünüm*



Şekil 1.36: *Çubuk mıknatısın manyetik alan çizgileri*



Şekil 1.37: *U mıknatısın manyetik alan çizgileri*

Manyetik alanın şiddetli olduğu yerlerde alan çizgileri sık, zayıf olduğu yerlerde alan çizgileri seyrektir. Etkinlikte görüldüğü gibi demir tozları mıknatısların bazı bölgelerinde daha yoğun toplanır. Manyetik alan şiddetinin daha fazla olduğu bu bölgelere **mıknatısın kutupları** adı verilir. Bu kutuplar kuzey ve güney olarak adlandırılır. Mıknatısın kuzey kutbu **N** [North (Nort)] ve güney kutbu **S** [South (Saut)] harfiyle gösterilir. Bu harflendirmenin sebebi ise çubuk mıknatısın tam ortasından iple tavana asıldığında Dünya'nın kuzey-güney doğrultusuna yönelmesidir.

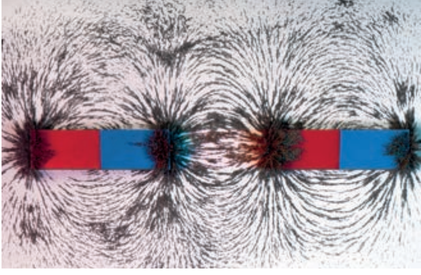


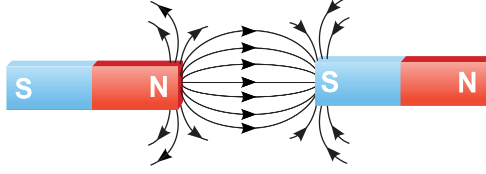
Görsel 1.16: *Manyetik alan nedeniyle demir tozlarının aldığı dizilimin üç boyutlu görünümü*

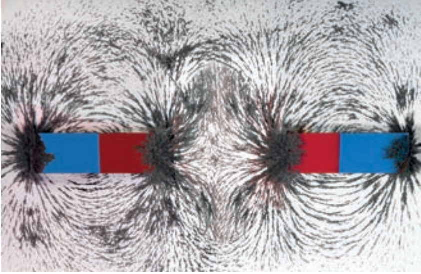
Manyetik alan çizgileri mıknatısın dışında N kutbundan S kutbuna, içinde ise S kutbundan N kutbuna doğru olacak şekilde kapalı eğrilerdir. Manyetik alan çizgileri birbirlerini asla kesmez.

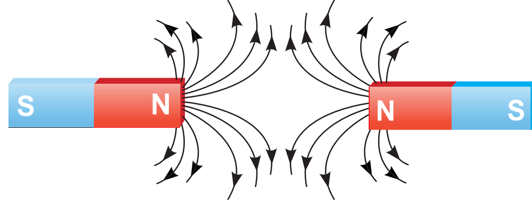
Manyetik alan cam bir levha ya da kâğıt üzerinde gözlenirken demir tozlarının sadece iki boyuttaki yönelimleri görülür. Ancak manyetik alan üç boyutludur. Çubuk mıknatıs ve demir tozları şeffaf bir kabın içine yerleştirilirse manyetik alanın üç boyutlu olduğu görülür (Görsel 1.16).

Mıknatısların zıt kutupları karşılıklı yerleştirildiğinde ara bölgedeki manyetik alanın kuvvetlendiği, aynı kutupları karşılıklı yerleştirildiğinde ise ara bölgedeki manyetik alanın zayıfladığı gözlenir (Görsel 1.17 ve Şekil 1.38).









Görsel 1.17: *Aynı ve zıt kutuplar arasında oluşan manyetik alan nedeniyle demir tozlarının görünümü*

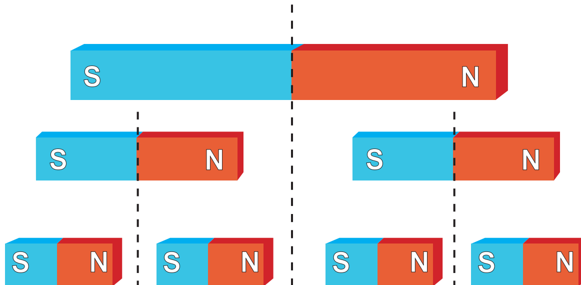
Şekil 1.38: *Aynı ve zıt kutuplar arasındaki manyetik alan çizgileri*

Mıknatısların aynı kutupları birbirini iter, zıt kutupları birbirini çeker. Karşılıklı yerleştirilen mıknatısların birbirine uyguladığı manyetik kuvvet eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür (Görsel 1.18). Manyetik kuvvet yer çekimi kuvveti gibi temas gerektirmeyen bir kuvvettir. Bu kuvvet mıknatısların kutup şiddetlerinin çarpımı ile doğru, mıknatıslar arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Ayrıca mıknatısın bulunduğu ortam manyetik kuvvetin büyüklüğünü değiştirir.



Görsel 1.18: *Mıknatısların birbirine uyguladığı itme ve çekme kuvveti*

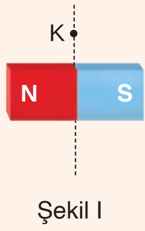
Mıknatıslar parçalansa bile her bir parça N ve S olmak üzere iki kutba sahip olur (Şekil 1.39). Hiçbir zaman tek kutuplu mıknatıs elde edilemez.



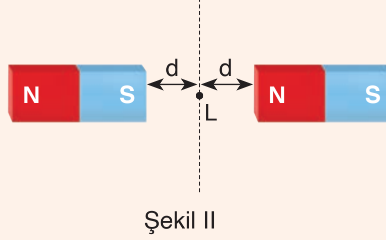
Şekil 1.39: *Mıknatısların bölünmesi*

ÖRNEK

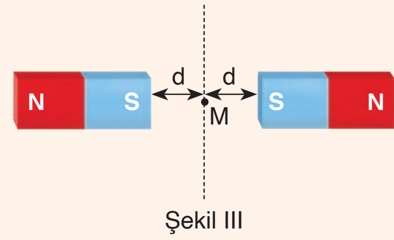
Yatay düzleme Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki gibi mıknatıslar yerleştirilmiştir.



Şekil I



Şekil II

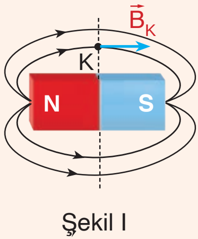


Şekil III

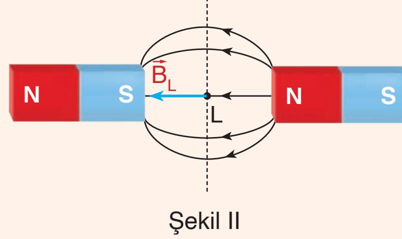
Buna göre K, L ve M noktalarındaki manyetik alan vektörlerini çiziniz.
(Dünya'nın manyetik alanının etkisi önemsenmeyecektir.)



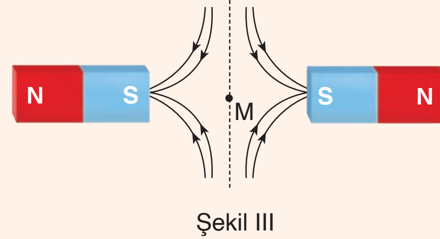
ÇÖZÜM



Şekil I



Şekil II



Şekil III

Çubuk mıknatısın etrafında bulunan K noktasındaki manyetik alan vektörü, N kutbundan S kutbuna yönelen manyetik alan çizgilerinin üzerinde olup manyetik alan çizgilerine teğettir.

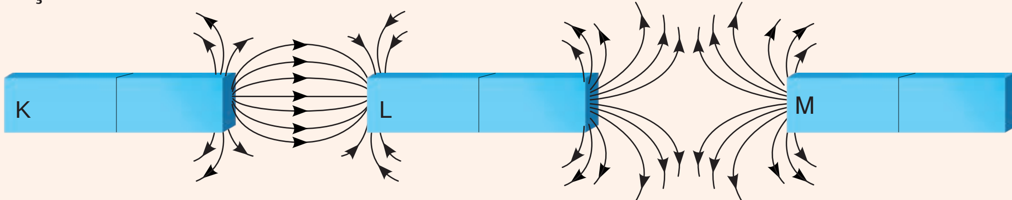
İki çubuk mıknatısın zıt kutupları arasında bulunan L noktasındaki manyetik alan vektörü, N kutbundan S kutbuna doğru, mıknatıslarla aynı doğrultuda ve maksimum büyüklüktedir.

İki çubuk mıknatısın aynı kutupları arasında bulunan M noktasındaki manyetik alan sıfırdır.



13. SIRA SİZDE

Yatay düzlemde birbirine yaklaştırılmış çubuk mıknatıslar arasındaki manyetik alan kuvvet çizgileri verilmiştir.



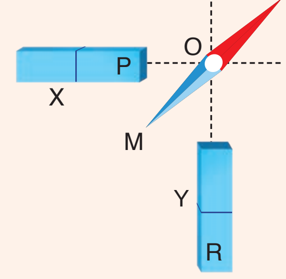
Buna göre K, L ve M kutuplarının cinsi nedir?





ÖRNEK

Yatay düzlemde özdeş X ve Y mıknatısları şekildeki konumda tutulurken aynı düzlemde O noktasına konan pusula iğnesi şekildeki gibi dengede kalıyor.



Buna göre P, R ve M hangi kutuplara sahip olabilir?

(Dünya'nın manyetik alanının etkisi önemsenmeyecektir.)



ÇÖZÜM

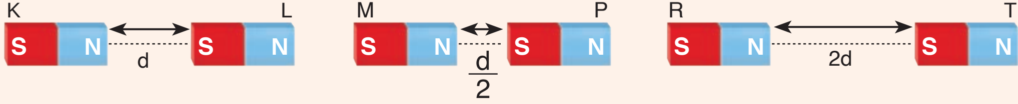
Pusula iğnesi bir mıknatıstır. Pusula iğnesinin yöneliminden yola çıkarak M ucuna her iki çubuk mıknatısın çekme kuvveti uyguladığı görülür. Bu durumda X mıknatısının P ucu ile iğnenin M ucu zıt kutupludur. Benzer şekilde Y mıknatısının R ucu ile iğnenin M ucu aynı kutupludur. Kutuplar için yanda görüldüğü gibi iki olasılık vardır.

	P	M	R
1. Olasılık	**N**	**S**	**S**
2. Olasılık	**S**	**N**	**N**



ÖRNEK

Özdeş mıknatıslar, aralarındaki uzaklık d, d/2 ve 2d olacak şekilde yatay düzleme yerleştiriliyor.



Buna göre mıknatıslar arasındaki F_{KL}, F_{MP} ve F_{RT} kuvvetlerinin arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?



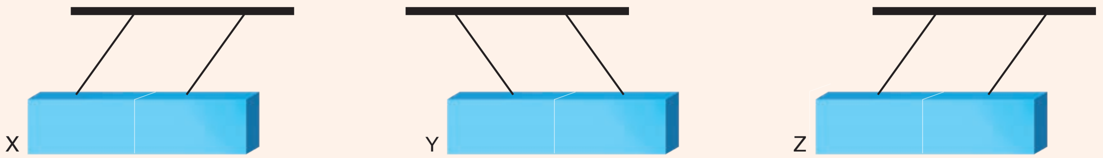
ÇÖZÜM

Manyetik kuvvet, mıknatısların kutup şiddetlerinin çarpımı ile doğru, mıknatıslar arasındaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Buna göre mıknatısların kutup şiddetleri aynı olduğundan mıknatıslar arasındaki uzaklıklar manyetik kuvveti belirler. $F_{MP} > F_{KL} > F_{RT}$ olur.



14. SIRA SİZDE

Düşey düzlemde asılarak serbest bırakılan özdeş mıknatıslar şekildeki gibi dengededir.



Buna göre mıknatısların X, Y ve Z kutuplarının cinsi ne olabilir?



1.4. AKIM VE MANYETİK ALAN

1.4.1. Üzerinden Akım Geçen Düz Bir Telin Manyetik Alanı

Danimarkalı fizikçi Hans Christian Oersted (Hans Kristiyan Örsted), 1819'da yaptığı bir deneyle üzerinden elektrik akımı geçirilen bir iletkenin yakınındaki pusulayı saptırdığını gözlemledi. Üzerinden akım geçen telin etrafında oluşturduğu manyetik alanın bağlı olduğu değişkenleri belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

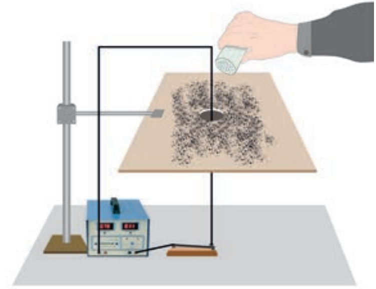
Etkinlik İsmi	**Üzerinden Akım Geçen Telin Etrafında Oluşan Manyetik Alan**
Etkinliğin Amacı	**Üzerinden akım geçen telin etrafındaki manyetik alanın bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.**

 1 Ders Saati  Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- DC güç kaynağı
- İletken bakır tel
- Bağlantı kabloları
- Bağlantı ayakları
- Anahtar
- 20 x 30 cm karton levha
- Demir tozu
- Pusula

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Karton levhanın ortasından Şekil I'deki gibi iletken tel geçirerek devreyi kurunuz. Kartonun yere paralel, telin de karton düzlemine dik olmasına dikkat ediniz. Kartonun üzerine demir tozlarını homojen şekilde serpiniz.
2. Güç kaynağını 3 V'a ayarlayınız ve anahtarı kapatarak devreden akımın geçmesini sağlayınız. Demir tozlarındaki değişimi gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki boşluğa çiziniz.



Şekil I

3. Gerilimi 6 V'a çıkararak demir tozlarındaki değişimi gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi aşağıdaki boşluğa çiziniz.



4. Bir önceki basamaktaki düzeneğinizi bozmadan pusulayı kartona paralel tutarak telin etrafında hareket ettiriniz ve pusula ibresinin yönelimini gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi yandaki boşluğa çiziniz.
5. Pusulayı yere paralel tuttuğunuzdan emin olarak telden uzaklaştırıp tekrar tele yaklaştırınız. Pusula iğnesindeki değişimi gözlemleyiniz.
6. Pusulayı telin yaklaşık 5 cm uzağında yere paralel tutunuz; pusula ile tel arasına defter, tahta, cam vb. malzemeler koyunuz. Pusula ibresinin yönelimindeki değişimi gözlemleyiniz.

Değerlendirme

1. İletken telden akım geçmesi durumunda demir tozlarının deseninde meydana gelen değişim neyi kanıtlar?



2. Üzerinden akım geçen iletken telin etrafındaki demir tozlarının desenine ve pusula ibresinin yönelimine bakarak telin etrafında oluşan manyetik dolanımın yönü hakkında ne söyleyebilirsiniz?



3. Telden geçen akım şiddeti, tele olan uzaklık ve telin bulunduğu ortam ile telin etrafında oluşan manyetik alan şiddeti arasında nasıl bir ilişki vardır?

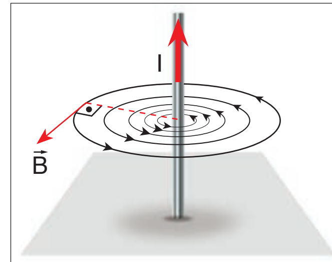


Etkinlikte görüldüğü gibi üzerinden akım geçen düz iletken telin etrafında manyetik alan oluşur. Oluşan manyetik alanın büyüklüğü akım şiddeti ile doğru orantılı, tele dik uzaklıkla ters orantılıdır. Telin bulunduğu ortamın özellikleri de manyetik alan şiddetini değiştirir.

İletken tel etrafında oluşan manyetik alan çizgilerinin dolanım yönü Şekil 1.40'taki gibi sağ el kuralıyla bulunur. Bu kurala göre tel, sağ elin açık olan başparmağı akımın yönünü gösterecek şekilde avuç içine alınır. Dört parmak bükülürken bu parmakların yönü de manyetik alan çizgilerinin dolanım yönünü gösterir. Manyetik alan çizgileri üzerinde herhangi bir noktadaki manyetik alan vektörü, o noktadan geçen manyetik alan çizgilerine teğettir (Şekil 1.41).

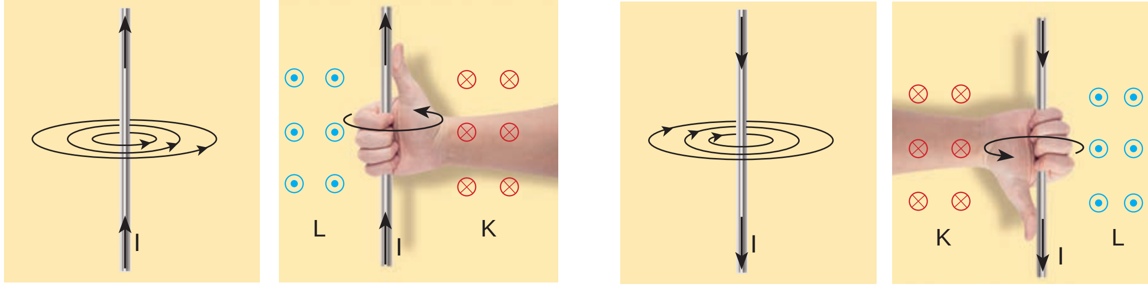


Şekil 1.40: *Sağ el kuralı*



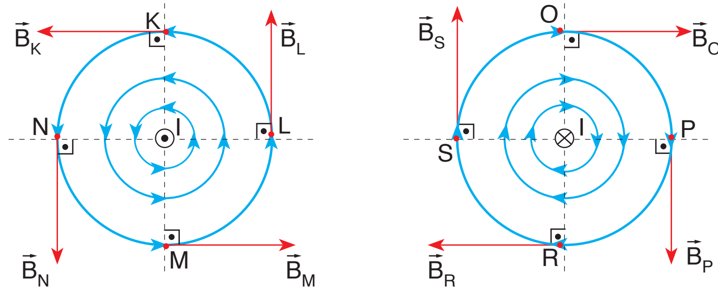
Şekil 1.41: *Üzerinden akım geçen düz telin etrafında oluşan manyetik alan çizgileri*

Sayfa düzlemine paralel olan iletken telden I akımı geçirildiğinde K bölgesinde manyetik alanın yönü yüzeye dik ve içeri doğru (⊗), L bölgesinde yüzeye dik ve dışarı doğrudur (⊙). Bu durum Şekil 1.42'de gösterilmiştir.



Şekil 1.42: *Üzerinden akım geçen telin etrafında oluşan manyetik alanın yönü*

Üzerinden akım geçen iletken tel sayfa düzlemine dik olarak yerleştirildiğinde sağ el kuralına göre manyetik alan çizgilerinin dolanım yönü Şekil 1.43'teki gibi olur.



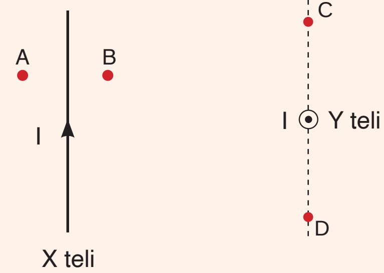
Şekil 1.43: *Akım geçen tellerin etrafında oluşan manyetik alan çizgilerinin modellenmesi*



ÖRNEK

Sayfa düzlemine paralel X ve sayfa düzlemine dik Y iletken telleri üzerinden şekilde verilen yönlerde I akımı geçmektedir.

A, B, C ve D noktalarında manyetik alan vektörlerinin yönünü sağ el kuralı ile bulup gösteriniz.





ÇÖZÜM

Sağ elin dört parmağı teli kavrayacak şekilde tutulduğunda bunlara dik açılan başparmak akım yönünü gösterirken teli saran dört parmak manyetik alanın dolanım yönünü gösterir. Buna göre manyetik alan yönleri,

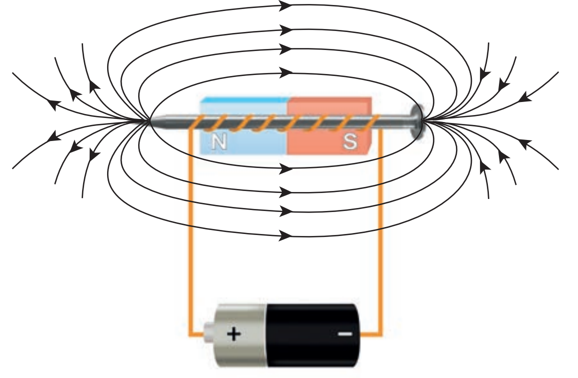
A noktasında ⊙

B noktasında ⊗

C noktasında ⟵

D noktasında ⟶ şeklinde olur.

Akımın manyetik etkisinden yararlanılarak elektromıknatıslar yapılmıştır (Şekil 1.44). Bir demir çekirdeğe dışı yalıtkan ince bakır tel sarıp telin uçları üretece bağlanırsa demir çekirdeğin toplu iğneleri ya da demir tozunu çektiği görülür. Bir başka deyişle demir çekirdek, mıknatıs gibi davranır. Bu düzeneğe **elektromıknatıs** denir. Elektromıknatıslar mıknatıslık özelliğini akım geçtiği sürece korur. Burada sarım sayısı, sarım uzunluğu ve akım şiddeti elektromıknatısın çekim gücünü değiştirir.



Şekil 1.44: *Basit elektromıknatıs devresi*

Günlük hayatta kullanılan pek çok elektrikli ev aletinin motorunda, merdiven otomatiğinde, hurda magnetinde (Görsel 1.19), kulaklıklar ve mikrofonlarda, yüksek hızlarla hareket eden Maglev trenlerinde (Görsel 1.20) elektromıknatıslar kullanılır.


Görsel 1.19: *Hurda magneti*

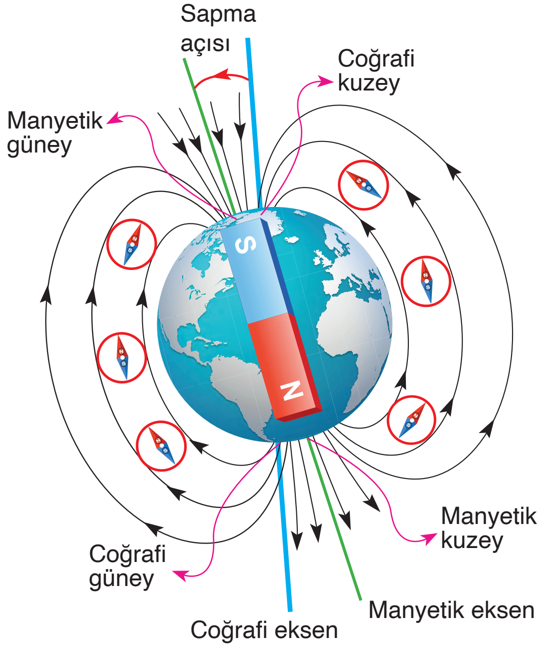

Görsel 1.20: *Maglev treni*

Akımın manyetik etkisi günlük hayatta kullanılan elektrikli aletlerde de görülür. Televizyon, ütü, saç kurutma makinesi, elektrikli süpürge, cep telefonu vb. elektrikli aletler çalışırken birer manyetik alan kaynağı gibi davranır.

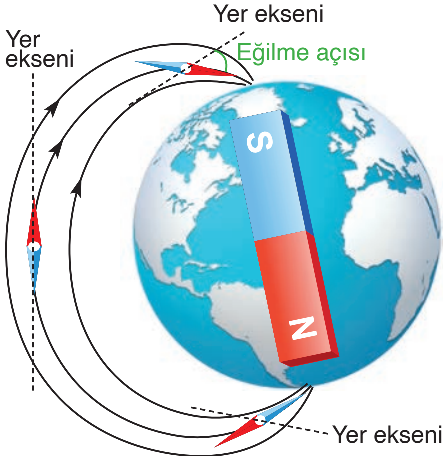
Günlük yaşamda elektrikli aletlerin yoğun kullanımı elektromanyetik kirliliğe yol açar. Çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip elektrik ve manyetik alan dalgalarının limit değerlerinin üzerine çıkması elektromanyetik kirliliğe neden olur. Elektromanyetik kirliliğin olumsuz etkisinin birikerek uzun zaman sonra ortaya çıkması ve çoğunlukla doğrudan hissedilemeyişi, insanlar tarafından yeterince önemsenmemesine neden olmaktadır. Araştırmalar, uzun süre elektromanyetik kirliliğe maruz kalmanın kişiye keyifsizlik verdiğini ve boyun bölgesinde sertliğe yol açtığını göstermiştir. Ayrıca elektromanyetik kirliliğin göğüs ağrısı, hafıza kaybı, baş ağrısı, sindirim ve dolaşım sorunları oluşturma, beyinden hücrelere gönderilen sinyalleri engelleyerek vücudun bağışıklık sistemine zarar verme gibi olumsuz etkileri görülebilir.


Görsel 1.21: *Yüksek gerilim hattı*

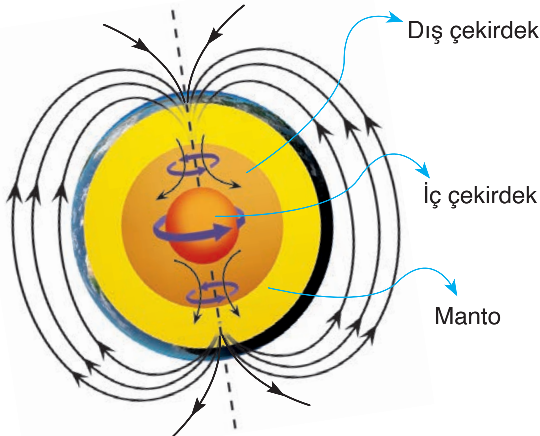
Elektromanyetik kirliliğin yoğun olduğu yerlerden biri de yüksek gerilim hatlarının geçtiği bölgelerdir (Görsel 1.21). Bazı araştırmalar yüksek gerilim hattının yakınında yaşayan çocuklarda beyin kanseri ve lösemiye yakalanma ile hamilelerde düşük yapma riskinin arttığını da göstermiştir.



***Şekil 1.45:** Dünya'nın manyetik ve coğrafi kutupları*



***Şekil 1.46:** Pusulanın eğilme açısı*



***Şekil 1.47:** Dünya'nın manyetik alan oluşumunun modellenmesi*

1.4.2. Dünya'nın Manyetik Alanı

Bir çubuk mıknatıs ya da pusula iğnesi, kütle merkezinden asılıp serbest bırakıldığında belli bir doğrultuya yönelerek durur. Bu doğrultu yerkürenin yaklaşık kuzey-güney doğrultusudur. Pusula ya da mıknatısın bu doğrultuya yönelmesi pusulanın ya da mıknatısın bir manyetik alandan etkilendiğini gösterir. Bu manyetik alan Dünya'nın manyetik alanıdır. Yerküre, yaklaşık olarak kuzey ve güney kutupları arasına dev bir çubuk mıknatıs yerleştirilmiş gibi bir manyetik alana sahiptir. Bu durum Şekil 1.45'te modellenmiştir. Pusula iğnesinin N kutbunun yöneldiği nokta manyetik güney, aynı zamanda yaklaşık olarak coğrafi kuzeydir. Pusula iğnesinin S kutbunun yöneldiği nokta ise manyetik kuzey, aynı zamanda yaklaşık olarak coğrafi güneydir. Bu nedenle Dünya'nın coğrafi kutupları ile manyetik kutupları birbirine zıttır.

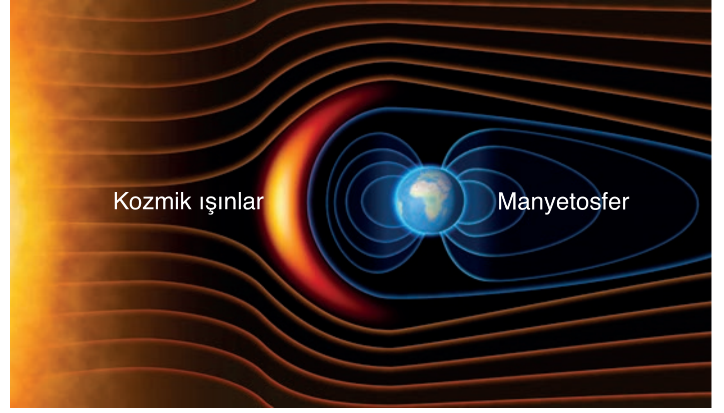
Dünya'nın coğrafi ekseni (coğrafi kuzey-güney doğrultusu) ile manyetik ekseni arasında 11,5°lik bir açı vardır. Bu açıya **sapma açısı** denir. Sapma açısı nedeniyle pusulayı kullanarak tam olarak coğrafi kuzey kutup noktasına ulaşılamaz. Doğru yönü bulabilmek için sapma açısının dikkate alınması gerekir.

Pusula iğnesinde görülen ikinci bir açı da pusula iğnesinin yatay düzlemle (yer ekseniyle) yaptığı eğilme açısıdır. Bu açının sebebi bir mıknatıs olan pusula iğnesinin Dünya'nın manyetik kutuplarına doğru yönelmesidir. Eğilme açısı kutuplara eşit uzaklıkta olan Ekvator'da 0°, manyetik kutuplarda 90° olur. Pusula iğnesinin N kutbu Kuzey Yarım Küre'de aşağı eğilirken S kutbu da Güney Yarım Küre'de aşağı eğilir. Kuzey Yarım Küre'de, Güney Yarım Küre'de ve Ekvator'da pusula iğnesinin durumu Şekil 1.46'da gösterilmiştir.

Dünya'nın manyetik alanının kaynağı tam olarak açıklanamamakla birlikte sıvı hâldeki dış çekirdek tarafından oluşturulduğu düşünülmektedir. Dinamo teorisi olarak bilinen kurama göre dış çekirdekteki hareket elektrik akımını, elektrik akımı da Dünya'nın manyetik alanını oluşturur (Şekil 1.47).

Dünya'nın manyetik alanının sabit olmadığı, zaman içerisinde şiddet ve doğrultusunda değişimler meydana geldiği bilinmektedir. Bu değişimler, birkaç saniye içinde gerçekleşebileceği gibi yüzlerce yıl içinde de gerçekleşebilir. Dünya'nın manyetik alanı dünyadaki yaşam için son derece önemlidir.

Yıldızlardan gelen zararlı kozmik ışınlar Dünya atmosferindeki manyetosfer tabakası tarafından tutulur (Şekil 1.48).



Şekil 1.48: *Dünya'nın manyetosfer tabakası*

Deniz kaplumbağaları, balinalar, göçmen kuşlar, bazı arı türleri ve bazı büyükbaş hayvanlar, Dünya'nın manyetik alanını algılayarak yönlerini bulur ve göç yollarını belirler (Şekil 1.49). Elektromanyetik kirlilik, bu hayvanların göç yollarından ayrılıp kaybolmasına ve yaşamlarının tehlikeye girmesine neden olur.

Pusula iğneleri Dünya'nın manyetik alanı doğrultusunda yönelir. Bu özelliği sayesinde tarih boyunca deniz ticaretinin artmasında ve coğrafi keşiflerin yaygınlaşmasında pusulanın önemli bir rolü olmuştur. Bugün izcilik, doğa sporları vb. etkinliklerde yön bulunurken hâlâ pusulalardan yararlanılır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte pusula yerine GPS [Global Positioning System (Gılobıl Pozeyşinin Sistem)] özellikli cihazlar kullanılmaktadır. Pusula ile yön tayini yapabilmek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



Şekil 1.49: *Dünya'nın manyetik alanı yardımıyla yön bulan kaplumbağa*



ETKİNLİK (DENEY)

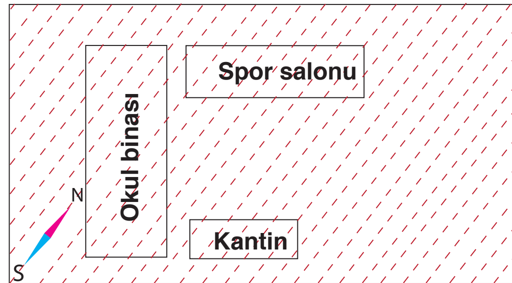
 2 Ders Saati  Grup Çalışması

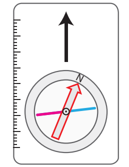
Etkinlik İsmi	**Pusula Yardımıyla Yön Bulma**
Etkinliğin Amacı	**Pusula ile yön bulabilme.**

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Oryantiring pusulası
- Okul krokisi

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

1. Okul bahçesinin krokisini çiziniz. Pusula yardımıyla krokinin üzerine kuzey-güney doğrultusunda 1 cm aralıklarla birbirine paralel çizgiler çiziniz.

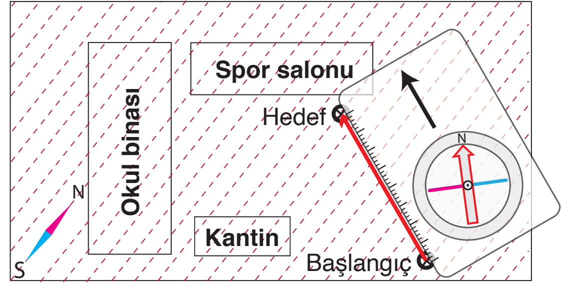




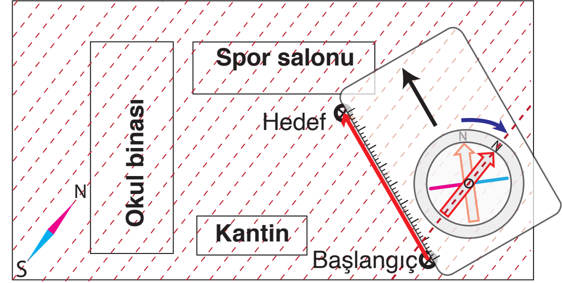
Oryantiring pusulası



2. Krokiyi yatay bir düzleme yerleştiriniz. Kroki üzerindeki bir yeri gitmek istediğiniz hedef olarak belirleyiniz. Bulunduğunuz yer ile gitmek istediğiniz yer arasına pusuladaki cetvel yardımıyla düz bir çizgi çiziniz.

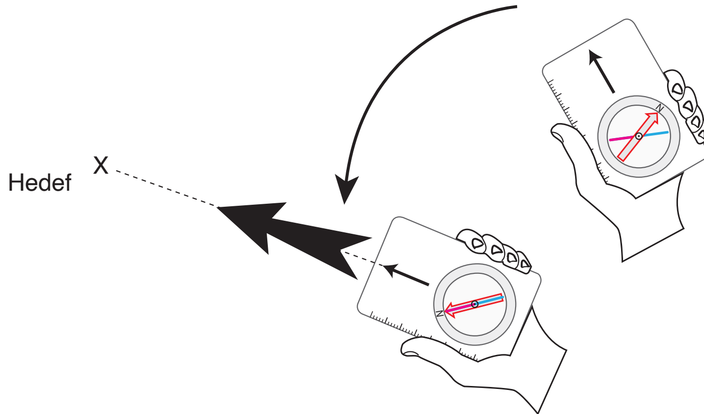


3. Pusulayı kroki üzerinde hareket ettirmeden pusulanın döner bileziğindeki N-S doğrultusunu kroki üzerine çizdiğiniz kuzey-güney doğrultusundaki çizgilerle çakışıncaya kadar pusulanın döner bileziğini çeviriniz.



4. Pusulayı kroki üzerinden alarak yere paralel şekilde tutunuz. Paralelliği bozmadan pusula ibresinin üzerindeki N kutbu ile döner bilezikteki N kutbu çakışıncaya kadar kendi ekseniniz etrafında dönünüz.

5. Pusula üzerindeki yön okunun gösterdiği yönde hedefinize ulaşıncaya kadar yürüyünüz. Yürürken pusulanın yere paralel olmasına, pusula ibresindeki N kutbu ile döner bilezikteki N kutbunun çakışık kalmasına dikkat ediniz.



Değerlendirme

Pusulanın çalışma prensibi nedir? Açıklayınız.



ETKİNLİK (PROJE)



Etkinlik İsmi	**Elektrik Devresi Tasarlama ve Çalıştırma**
Etkinliğin Amacı	**Elektrik devre elemanlarını amacına uygun kullanabilme.**

3 Ders Saati — Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?

- Üreteçler
- Lambalar
- Dirençler
- Elektrik motoru
- Demir çubuk
- İletken tel
- Bağlantı kabloları
- Anahtar
- Sarmal yay
- Paket lastiği

Bilgi: Bu etkinlikte elektrik ve manyetizma ünitesinde edindiğiniz bilgileri kullanarak bir elektrik devresi kurmanız ve çalıştırmanız beklenmektedir. Hangi elektrik devresi üzerinde çalışacağınızı öğretmeninizin belirleyeceği grubunuzla seçeceksiniz. Kurmanız beklenen ve içlerinden seçim yapabileceğiniz devre çeşitleri aşağıda sıralanmıştır.

I. En az beş özdeş lambadan oluşan ve her lambası farklı şiddette ışık veren elektrik devresi

II. En az üç özdeş elektrik motorundan oluşan ve her motoru farklı devirde dönen elektrik devresi

III. Devreden belli bir değerin üstünde akım geçtiğinde devreden akım geçişini kesen elektromıknatıslı elektrik devresi

IV. Akım kesildiğinde ışıkla uyarı veren elektrik devresi

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Devrenin kurulması sürecinde yapılacak işleri ve görevleri bir kâğıda yazınız ve bunları kendi aranızda paylaşınız.
2. Bu devreyi hangi alanlarda, ne amaçla kullanabileceğinizi tartışınız.
3. Kurmak istediğiniz devre konusunda grubunuzla bilgi açısından güçlü ve zayıf olduğunuz noktaları belirleyiniz. Zayıf olduğunuzu düşündüğünüz konular hakkında araştırma yapınız.
4. Oluşturacağınız elektrik devresi için gerekli devre elemanları ile kullanılacak malzemenin sayısını belirleyiniz. Bu malzemelerin birim fiyatını araştırarak devrenin toplam maliyetini hesaplayınız.
5. Elektrik devresinin şemasını çizerek her devre elemanı için gerekli olan akım, gerilim ve güç hesaplamalarını yapınız. Ortaya çıkan veriler ihtiyacı karşılamıyorsa hatalarınızı düzelterek elektrik devrenizi yeniden çiziniz.
6. Elektrik devresini çizdiğiniz şemaya göre kurup çalıştırınız. Tüm çalışmalarınızı rapor hâline getirerek öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme

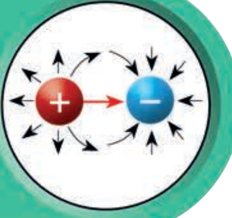
1. Çalışmanızda en çok eğlendiğiniz ve en çok zorlandığınız kısım neresi oldu?



2. Yaptığınız çalışma günlük hayatınızda işlerinizi kolaylaştıracak yeni fikirler oluşturdu mu? Örneklerle açıklayınız.



İletken telin dik kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına **akım şiddeti** denir ve **I** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **amper** (A) kabul edilir.



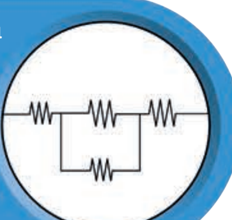
Birim yük başına düşen elektriksel potansiyel enerjiye **elektriksel potansiyel** adı verilir. **V** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **volt** (V) kabul edilir.



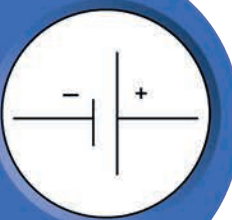
Maddenin elektrik akımına karşı gösterdiği zorluğa **direnç** denir ve **R** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **ohm** (om) kabul edilir. Ohm birimi **Ω** sembolüyle gösterilir.



Seri bağlı dirençlerin eşdeğeri dirençlerin toplamına eşittir ($R_{eş} = R_1 + R_2 + \ldots$). Seri bağlı her bir direnç üzerinden aynı şiddette akım geçer. Paralel bağlı dirençlerin eş değeri $\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$ bağıntısı ile hesaplanır. Birbirine paralel bağlı her bir direncin uçları arasındaki potansiyel farkı eşittir.

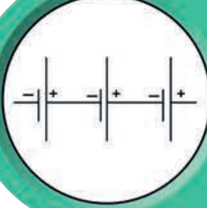


Farklı enerji türlerini elektrik enerjisine dönüştüren araçlara **üreteç** adı verilir. Üretecin iki kutbu arasındaki potansiyel farka **elektromotor kuvvet** (emk) denir. Başka bir tanımla emk, birim yükün elektrik devresinde dolanımını sağlamak için üretecin harcadığı enerjidir. Emk **ε** sembolü ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi **volt** (V) kabul edilir.



1. ÜNİTENİN TEMEL KAVRAMLARI

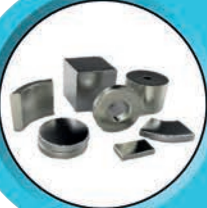
Grafik 1.2: *1. Ünitenin temel kavramları*



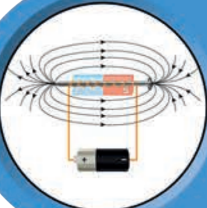
Bir devrede birbirine seri bağlı üreteçlerin eş değer gerilimi her bir üretecin elektromotor kuvvetlerinin toplamıdır (**$\varepsilon_{Top} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \ldots$**). Birbirine paralel bağlı özdeş üreteçlerin eş değer gerilimi ise bir üretecin elektromotor kuvvetine eşittir (**$\varepsilon_{Top} = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots$**).



Elektriksel güç, bir elektrik devresinde direnci R olan devre elemanının birim zamanda harcadığı elektrik enerjisi ya da enerjinin harcanma hızıdır. Güç **P** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **watt** [Vat (W)] kabul edilir.



Demir, nikel, kobalt gibi elementleri ve bu elementlerden meydana gelen alaşımları çekme özelliği gösteren maddelere **mıknatıs** denir. Mıknatısların etrafında manyetik etkilerini gösterdiği bölgeye o mıknatısın **manyetik alanı** denir.



Üzerinden akım geçen iletkenlerin etrafında manyetik alan oluşur. İletken bir tel demir çubuğun etrafına sarılarak telin üzerinden akım geçirilirse **elektromıknatıs** elde edilir. Başta hurda araç depolarında, manyetik sigortalarda olmak üzere birçok alanda elektromıknatıslardan yararlanılır.



Dünya bir mıknatıs gibi davranır ve kendine özgü bir manyetik alanı vardır. Dünya'nın manyetik güney kutbu yaklaşık olarak coğrafi Kuzey Kutbu iken manyetik kuzey kutbu da yaklaşık olarak coğrafi Güney Kutbu'dur. Doğal bir mıknatıs olan pusula iğneleri ve çubuk mıknatıslar Dünya'nın manyetik kutuplarına doğru yönelir.



1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-9. sorularda boş bırakılan yerlere gelecek kelimeleri aşağıdaki kutucuklardan bularak yerleştiriniz.

manyetik alan	doğru	akım
güç	eğilme	çekme
elektrik	reosta	sapma
itme	akım şiddeti	paralel

1. Bir iletkenin dik kesitinden birim zamanda geçen yük miktarına .... denir.

2. Bir iletken telin direnci, öz direnci ve boyu ile .... orantılı, telin dik kesitiyle ters orantılıdır.

3. Bir devrede büyüklüğü ayarlanabilen dirence .... denir.

4. Bir elektrik devresinde voltmetre devre elemanına .... bağlanır.

5. Bir elektrik devresinde lambanın parlaklığı ile lambanın .... değeri doğru orantılıdır.

6. Sağ el kuralı ile üzerinden akım geçen telin etrafında oluşan manyetik alan bulunurken başparmak .... yönünü, teli saran dört parmak .... yönünü gösterir.

7. Dünya'nın dönme ekseni ile manyetik eksen arasındaki açıya .... açısı denir.

8. Pil ve akümülatörlerde kimyasal enerji .... enerjisine dönüşür.

9. İki mıknatıs birbirine yaklaştırıldığında aynı cins kutuplar birbirine .... , zıt kutuplar ise birbirine .... kuvveti uygular.

10-31. çoktan seçmeli soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

10. Elektrik akımı ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Katılarda serbest elektronların hareketiyle oluşur.

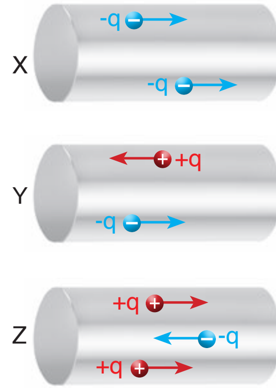
B) Şiddeti ampermetreyle ölçülür.

C) Katılarda yönü elektronların hareketi yönündedir.

D) Sıvılarda iyon hareketiyle oluşur.

E) Plazmalarda serbest elektron ve iyon hareketiyle oluşur.

11. İyonik çözelti ile dolu olan X, Y ve Z tüplerinin uçları arasına gerilim uygulandığında tüplerin dik kesitlerinden birim zamanda geçen yükler ve bu yüklerin hareket yönleri şekilde gösterilmiştir.



Buna göre tüplerde oluşan I_X, I_Y ve I_Z akım şiddetleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

A) $I_X = I_Y > I_Z$

B) $I_X = I_Y = I_Z$

C) $I_X = I_Z > I_Y$

D) $I_Z > I_X = I_Y$

E) $I_Z > I_X > I_Y$

12. Kesiti A, uzunluğu L ve direnci R olan silindir şeklindeki bir tel kopmayacak şekilde uzatılarak boyu iki katına çıkartılıyor.

Telin sıcaklığında değişim olmadığına göre direncindeki değişim hakkında ne söylenebilir?

A) Değişmez.

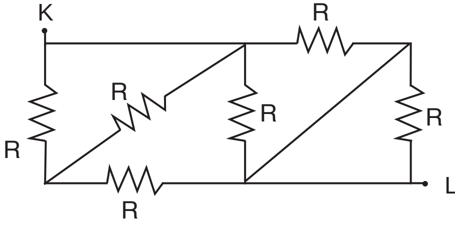
B) İki katına çıkar.

C) Yarıya düşer.

D) Dört katına çıkar.

E) Dörtte birine düşer.

13. Özdeş R dirençleriyle bir devre parçası oluşturuluyor.

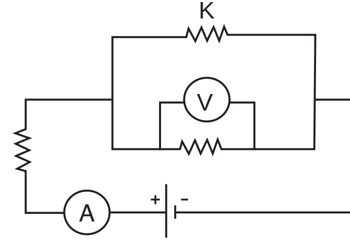


Buna göre K-L uçları arasındaki eşdeğer direnç kaç R'dir?

A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{3}{8}$ C) $\frac{5}{8}$

D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{3}{4}$

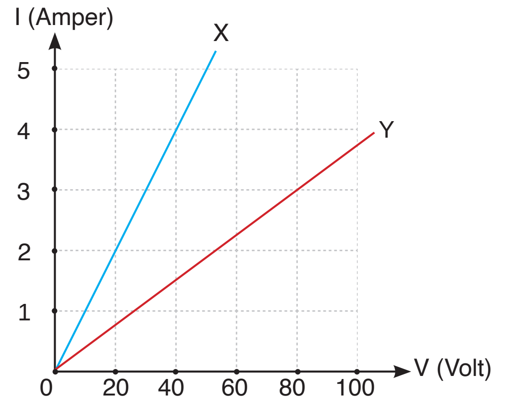
14. İç direnci önemsiz üreteç ve dirençler kullanılarak bir elektrik devresi oluşturuluyor.



K direnci çıkarılarak yerine değeri daha küçük bir direnç bağlanırsa ampermetre ve voltmetrede okunan değerler nasıl değişir?

	Ampermetre	Voltmetre
A)	Azalır.	Azalır.
B)	Artar.	Azalır.
C)	Azalır.	Değişmez.
D)	Artar.	Artar.
E)	Değişmez.	Azalır.

15. X ve Y iletkenleri ayrı ayrı devreye bağlanıp uçlarına potansiyel farkı uygulandığında akım şiddetinin potansiyel farkına bağlı grafiği şekildeki gibi oluyor.

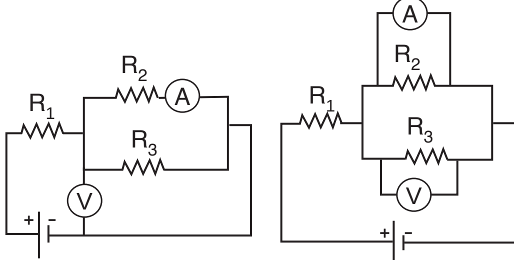


Buna göre X ve Y iletkenlerinin dirençleri oranı R_X / R_Y kaçtır?

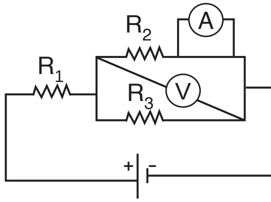
A) $\frac{3}{8}$ B) $\frac{2}{3}$ C) 1

D) $\frac{3}{2}$ E) 3

16. İç direnci önemsiz üreteç ve R_1, R_2, R_3 dirençleriyle elektrik devresi oluşturuluyor. R_2 direncinden geçen akım şiddeti ile R_3 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçmek için ampermetre ve voltmetre farklı şekillerde devreye bağlanıyor.



Şekil I   Şekil II



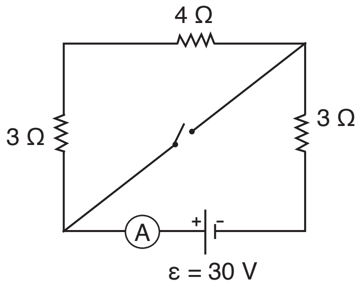
Şekil III

Buna göre hangi şekildeki ampermetre ve voltmetre amaca uygun bağlanmıştır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

17. İç direnci önemsiz, gerilimi 30 V olan üreteç, çeşitli dirençler, ampermetre ve anahtarla elektrik devresi oluşturuluyor.

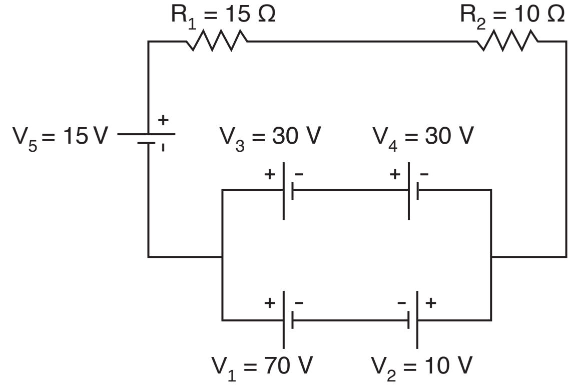


Anahtar kapatılırsa ampermetrede okunan değer ilk duruma göre nasıl değişir?

A) 3 A azalır. B) 3 A artar. C) 7 A artar.

D) 10 A artar. E) 4 A azalır.

18. İç dirençleri önemsiz beş adet üreteç ve iki adet dirençten oluşan elektrik devresi verilmiştir.

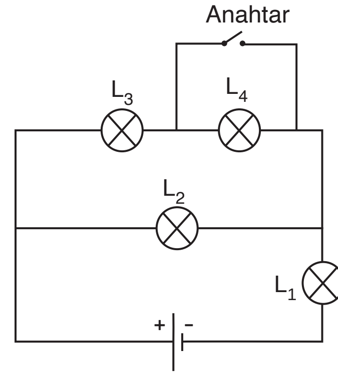


Buna göre R_1 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı kaç V'tur?

A) 30 B) 45 C) 60

D) 75 E) 95

19. Özdeş lambalar, iç direnci önemsiz üreteç ve anahtardan oluşan elektrik devresi verilmiştir.



Buna göre anahtar kapatıldığında L_1 ve L_3 lambalarının parlaklığı önceki durumuna göre nasıl değişir?

A) L_1 artar, L_3 artar.

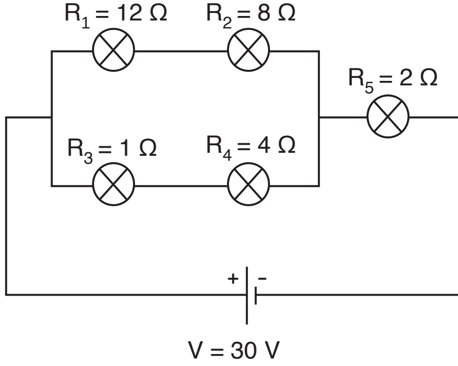
B) L_1 azalır, L_3 azalır.

C) L_1 azalır, L_3 artar.

D) L_1 değişmez, L_3 azalır.

E) L_1 artar, L_3 değişmez.

20. Farklı direnç değerlerine sahip beş lamba ve iç direnci önemsiz bir üreteçten oluşan elektrik devresi verilmiştir.

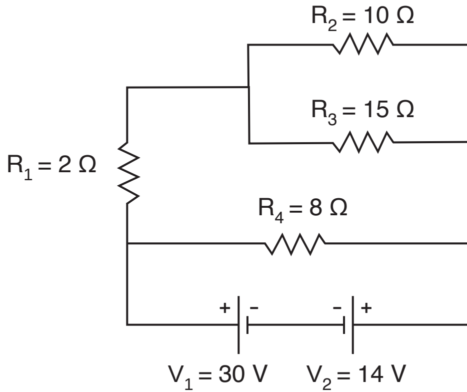


Buna göre devrede en parlak ışık veren lamba hangisidir?

A) R_1 B) R_2 C) R_3

D) R_4 E) R_5

21. Farklı büyüklüklere sahip direnç ve iç direnci önemsiz üreteçlerden oluşturulan devre verilmiştir.



Buna göre R_1 direncinde 1 dakikada açığa çıkan ısı kaç J'dür?

A) 60 B) 120 C) 240

D) 480 E) 600

22. Uzunluğu L ve kesiti A olan iletken bir telin uçları arasına V gerilimi uygulandığında iletken tel üzerinden I şiddetinde akım geçiyor.

Buna göre iletken telin uzunluğu 2L ve kesiti A/2 yapılıp uçlarına 16V gerilim uygulanırsa iletken telden geçen akım şiddeti kaç I olur?

A) 2 B) 4 C) 8

D) 10 E) 12

23. Uygun seçilmiş iki metalin tepkimeye girebileceği bir sıvı içine batırıldığında elektrik üretebileceğini keşfeden bilim insanı kimdir?

A) Alessandro Volta

B) Georges Leclanché

C) Luigi Galvani

D) Nikola Tesla

E) Thomas Edison

24. Elektrikli cihazlar, elektrik enerjisini farklı enerji türlerine dönüştürür.

Buna göre saç kurutma makinesindeki elektrik enerjisinin dönüşümü hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) Isı-kinetik enerji

B) Isı-ışık enerjisi

C) Kinetik enerji-kimyasal enerji

D) Kimyasal enerji-elektrik enerjisi

E) Nükleer enerji-ısı

25. Aşağıdakilerden hangisi elektrik akımı nedeniyle oluşabilecek kazaların önlenmesine yönelik tedbirlerden biri <u>değildir</u>?

A) Devreye sigorta bağlamak

B) Devreye kaçak akım rölesi bağlamak

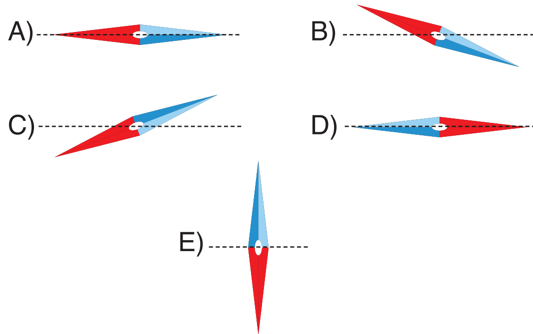
C) Birbirine yakın akım geçen telleri metal çatalla tutup ayırmak

D) Elektrik prizlerine toprak hattı çekmek

E) Yüksek gerilim hatlarından uzak durmak

26. Coğrafi Güney Kutbu'na yakın bir yerde tam ortasından iple tavana asılan pusula iğnesinin konumu nasıl olur?

(Pusula iğnesinin kırmızı renkli ucu N kutbudur.)



27. Mıknatısların etrafında oluşan manyetik alan çizgileriyle ilgili olarak

I. Manyetik alan çizgileri N'den başlayıp S'de son bulan çizgilerdir.

II. Manyetik alan çizgileri kapalı eğrilerdir.

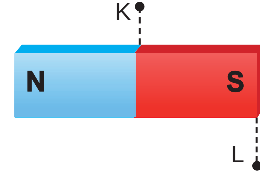
III. Mıknatısın içinde manyetik alan çizgileri S'den N'ye doğrudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

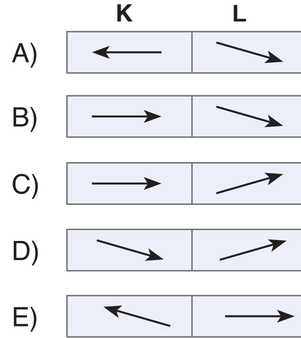
A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

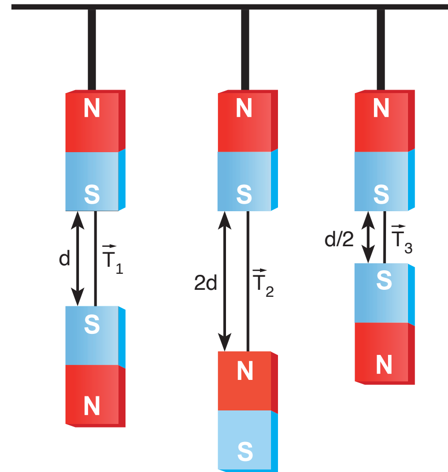
28. Yatay düzlemde durmakta olan bir çubuk mıknatıs ve bu mıknatısın manyetik alanı içine yerleştirilmiş K ve L noktaları verilmiştir.



Buna göre K ve L noktalarındaki manyetik alan vektörü hangi seçenekte doğru verilmiştir?



29. Özdeş mıknatıslar şekildeki gibi dengededir.



Buna göre iplerdeki T_1, T_2 ve T_3 gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

A) $T_1 = T_2 = T_3$ B) $T_1 = T_2 < T_3$

C) $T_3 > T_1 > T_2$ D) $T_1 < T_3 = T_2$

E) $T_2 > T_1 > T_3$

30. Dünya'nın manyetik kutupları ile ilgili olarak

I. Kütle merkezinden asılan bir pusula iğnesinin N kutbu yaklaşık coğrafi kuzeyi, S kutbu yaklaşık coğrafi güneyi gösterir.

II. Dünya'nın manyetik kutupları ile coğrafi kutupları zıttır.

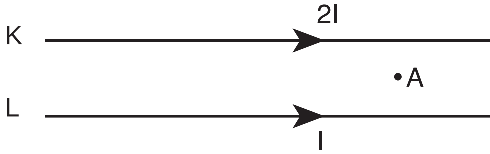
III. Dünya'nın manyetik alan çizgilerinin yönü Dünya'nın dışında manyetik kuzeyden manyetik güneye doğrudur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

31. Sayfa düzlemine paralel K ve L iletken tellerinin üzerinden sırasıyla 2I ve I akımları geçiyor.



Tellere eşit uzaklıktaki A noktasında oluşan manyetik alan için

I. K telinin oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminden içeri doğrudur.

II. L telinin oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminden dışarı doğrudur.

III. K telinin oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü L telinin oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünün iki katıdır.

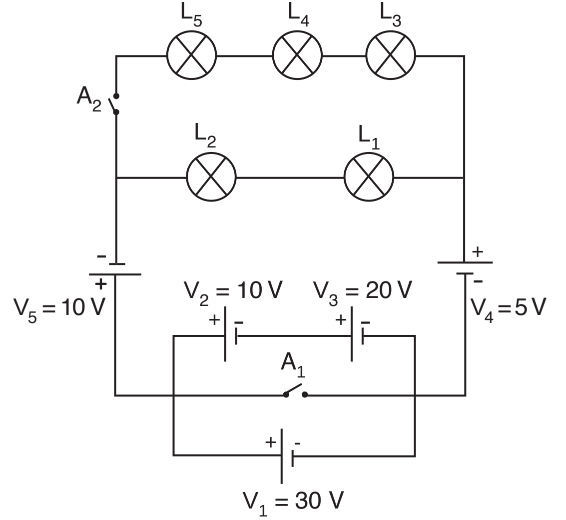
yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

32-41. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

32. Özdeş ve dirençleri 5 Ω olan lambalar, iki anahtar ve iç direnci önemsiz üreteçlerle bir elektrik devresi oluşturulmuştur.

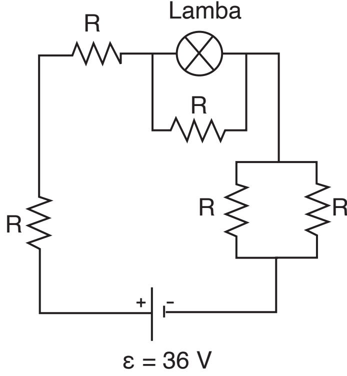


Buna göre

a) Yalnız A_2 anahtarı kapatılırsa L_1 ve L_2 lambalarının parlaklığı önceki durumuna göre nasıl değişir?

b) A_2 anahtarı kapalı durumdayken A_1 anahtarı da kapatılırsa devredeki lambaların parlaklığı önceki durumuna göre nasıl değişir?

33. Özdeş dirençler, lamba ve iç direnci önemsiz üreteçlerle oluşturulmuş elektrik devresi verilmiştir. Her bir direncin ve lambanın dirençleri eşit ve 6 Ω'dur. Üretecin devrede oluşturduğu potansiyel farkı 36 V'tur.



Buna göre tüm devre elemanlarını kullanmak şartıyla lambanın en fazla parlaklığa ulaşabilmesi için devre elemanları nasıl bağlanmalıdır? Devrenin şeklini çizerek gösteriniz.

34. Bal arıları üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar arıların karınlarında demir partikülleri içeren çok küçük manyetik kristaller taşıdığını göstermiştir. Aynı araştırmada arı kovanlarının altına bir mıknatıs yerleştirildiğinde çiçek özü ve nektar toplamaya çıkan arıların kovanı bulamadığı gözlenmiştir.

Buna göre arıların kovanlarının yerini bulamamasının nedeni ne olabilir?

35. Bir öğrenci sınıfta yere dökülen toplu iğneleri elektromıknatısla çekerek toplamak istiyor. Bu amaçla elektromıknatısı toplu iğnelere yaklaştırdığında toplu iğnelerin tamamını çekemediğini gözlemliyor.

Bu öğrencinin tüm toplu iğneleri bir seferde toplayabilmesi için elektromıknatısta hangi değişiklikleri yapması gerekir?

36. Emk değeri 6V olan iç direnci önemsiz dört adet özdeş pil ve dört adet özdeş lambanın tamamını kullanmak şartıyla

a) **Kurulabilecek farklı bağlantıların tamamını göz önüne alarak lambalardan en az birinin en parlak ışık vereceği elektrik devresini çizerek gösteriniz.**

b) **Lambaların en uzun süre ışık vereceği elektrik devresini çizerek gösteriniz.**

37. Bir enerji dağıtım şirketinin tüketiciye sağladığı enerji bedelinin günlük zaman aralıklarına göre değişen tarife bedeli tabloda verilmiştir.

	Birim Fiyat (TL / kWh)		
Tarife Grubu	**Gündüz** 06.00-17.00 arası kullanım	**Puant** 17.00-22.00 arası kullanım	**Gece** 22.00-06.00 arası kullanım
Üç zamanlı mesken (Ev) enerji kullanım bedeli	0,80 TL	1,5 TL	1 TL

Not: Puant tarifesi elektrik enerjisi kullanım bedelinin en pahalı olduğu zaman dilimini gösterir.

Dört kişilik bir ailede anne, baba ve çocuklar hafta içi saat 07.00-17.00 aralığında işte ve okulda, kalan vakitlerde ise evde zaman geçirmektedir. Evin her odasında aydınlatma amaçlı bir adet 20 W gücünde LED lamba bulunmaktadır. Evdeki çamaşır makinesi A sınıfı ve gücü 800 W, bulaşık makinesi D sınıfı ve gücü 1000 W, buzdolabı B sınıfı ve gücü 45 W, televizyonun gücü ise 80 W'tır.

Bu evde her gün ortalama 18.00-23.00 saatleri arasında televizyon açık kalmaktadır. Çocukların odası ayrı olup her akşam 20.00-22.00 saatleri arasında çocuklar odalarında ders çalışmaktadır. Salonun lambası ise ortalama her akşam 19.00-23.00 saatleri arası açıktır. Standart elektrik kullanımının dışında her hafta 5 saat çamaşır makinesi, 6 saat bulaşık makinesi ve 7 gün 24 saat buzdolabı çalışmaktadır.

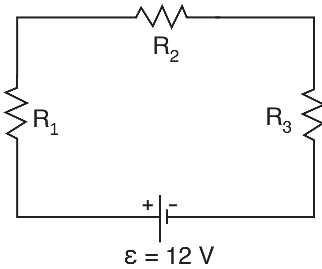
30 günlük enerji tüketimiyle ilgili olarak bu eve

a) En çok kaç TL'lik fatura gelir?

b) En az kaç TL'lik fatura gelir?

c) Faturayı azaltmak için bu aileye ne önerirsiniz?

38. İç direnci önemsiz gerilimi 12 V olan üreteç ve birbirine seri bağlı R_1, R_2 ve R_3 dirençleriyle elektrik devresi oluşturuluyor.

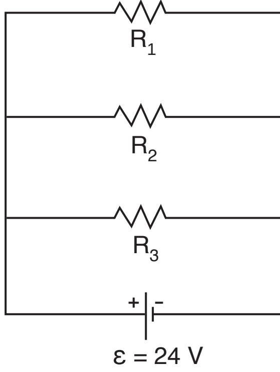


$R_{eş} = 6\ \Omega$			
Devrede kullanılan dirençler	Direnç değerleri (Ω)	Üzerlerinden geçen akım şiddeti (A)	Uçları arasındaki potansiyel farkı (V)
R_1			
R_2			
R_3			

a) Devrenin eşdeğer direncinin 6 Ω olduğu bilindiğine göre R_1, R_2 ve R_3 dirençlerinin değerleri ne olabilir? Verdiğiniz direnç değerlerine karşın her bir direncin üzerinden geçen akım şiddetini ve dirençlerin potansiyel farkını hesaplayınız ve sonucu tablonun ilgili kısmına yazınız.

b) Devrenin eşdeğer direnci ile seçmiş olduğunuz her bir direncin değeri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

39. İç direnci önemsiz, gerilimi 24 V olan üreteç ve birbirine paralel bağlı R_1, R_2 ve R_3 dirençleriyle elektrik devresi oluşturuluyor.

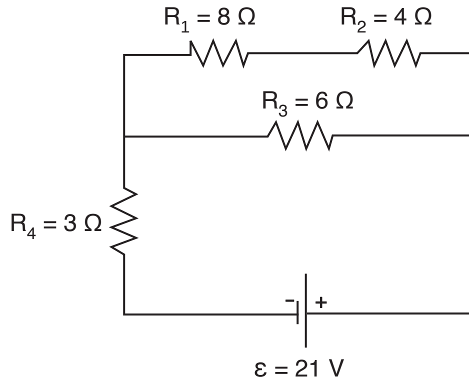


$R_{eş} = 3\ \Omega$			
Devrede kullanılan dirençler	Direnç değerleri (Ω)	Üzerinden geçen akım şiddeti (A)	Uçları arasındaki potansiyel farkı (V)
R_1			
R_2			
R_3			

a) **Devrenin eşdeğer direncinin 3 Ω olduğu bilindiğine göre R_1, R_2 ve R_3 dirençlerinin değerleri ne olabilir? Verdiğiniz direnç değerlerine karşılık her bir direncin üzerinden geçen akım şiddetini ve dirençlerin potansiyel farkını hesaplayarak sonucu tablonun ilgili kısmına yazınız.**

b) **Devrenin eşdeğer direnci ile seçmiş olduğunuz her bir direncin değeri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?**

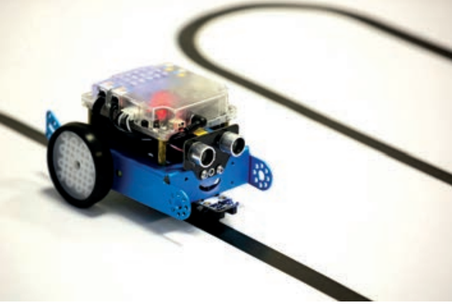
40. İç direnci önemsiz üreteç ve çeşitli dirençlerden oluşan elektrik devresi verilmiştir.



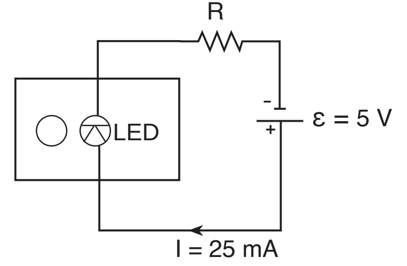
Buna göre R_2 direncinde 30 saniyede ısıya dönüşen enerji kaç J'dür?

41. **Çizgi İzleyen Robot**

Çizgi izleyen robot, belirlenen bir yolu dış müdahale olmaksızın otonom olarak izleyen robottur. Bu küçük robotlar dünyada o kadar popüler ki meraklıları tarafından kulüpleri kurulmakta, ulusal ve uluslararası yarışmaları düzenlenmektedir. Robotik kodlamanın takım çalışmasıyla eğlenceli bir şekilde öğrenilmesini sağlayan bu yarışmalarda hedef, robotun siyah zemin üzerinde beyaz veya beyaz zemin üzerinde siyah yolu takip ederek verilen parkuru en kısa sürede bitirmesidir. Robotun temel bileşenleri; sensörlerden oluşan giriş ünitesi, programlanabilir devre elemanlarından oluşan karar verme ünitesi, tekerleklere bağlı iki adet motor ve güç kaynağından oluşan çıkış ünitesidir. Sensörler genellikle yola bakacak şekilde robotun önüne monte edilir. Robot yoldan çıktığı anda sensörlerde oluşan sinyaller karar verme ünitesine gönderilir. Karar verme ünitesi robotu tekrar yola sokacak şekilde sağ veya soldaki motoru çalıştırır.



Çizgi izleyen robot



Sensör devresi

Takımıyla birlikte yarışmalara hazırlanan Zeynep'in takımdaki görevi robotun sensör devresini oluşturmaktır. Bunun için optik sensör kataloğundaki devre şemasını inceleyen Zeynep, LED devresinden 5 V gerilim altında en fazla 25 mA akım geçirebileceğini görüyor.

Zeynep'in bu akım değerini ayarlaması için elinde bulunan dirençlerden hangilerini kullanması ve bu dirençleri birbirine nasıl bağlaması gerektiğini bulunuz. Bulduklarınızı çizeceğiniz devre şemasının üzerinde gösteriniz.

Zeynep'in elinde bulunan dirençlerin listesi

- ☐ 10 Ω'luk direnç (2 adet)
- ☐ 60 Ω'luk direnç (5 adet)
- ☐ 70 Ω'luk direnç (1 adet)
- ☐ 100 Ω'luk direnç (1 adet)
- ☐ 120 Ω'luk direnç (5 adet)



Ünite ile ilgili daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Ünite kavramları ile ilgili bulmacayı çözmek için karekodu okutunuz.

2.ÜNİTE

BASINÇ VE KALDIRMA KUVVETİ

ÜNİTE KONULARI

2.1. BASINÇ

2.2. KALDIRMA KUVVETİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

2.1. BASINÇ

Katı basıncı

Akışkan basıncı

Basınç kuvveti

Pascal Prensibi

Bernoulli İlkesi

2.2. KALDIRMA KUVVETİ

Archimedes İlkesi

Kaldırma kuvveti

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede katılarda, durgun sıvılarda ve gazlarda basıncın bağlı olduğu değişkenler analiz edilecek, basıncın etkileri günlük hayat ve doğadan örneklerle incelenecektir. Akışkanlarda akış sürati ile akışkan basıncı ilişkilendirilecek, akışkan basıncının olumlu ve olumsuz etkileri üzerinden Bernoulli İlkesi açıklanacaktır. Akışkan basıncının olumsuz etkilerine karşı alınması gereken tedbirler üzerinde durulacaktır. Durgun akışkanlarda cisimlere etki eden kaldırma kuvvetinin basınç kuvveti farkından kaynaklandığı açıklanacaktır.



Ünite karekodu



Ünite sunu karekodu

ÜNİTEYE BAŞLARKEN

İnsanlar, bilim ve teknolojinin henüz çok gelişmediği yıllarda bazen doğayla mücadele edebilmek bazen de işlerini kolaylaştırabilmek için bazı araçlar veya uygulamalar geliştirdiler. Örneğin karda batmamak için ağaç dalları ve liflerden yapılma geniş yüzeyli ayakkabılar yaptılar. Suda yolculuk yapabilmek için ağaçtan sallar, tekneler ve gemiler yaptılar. Uçabilmek için de balonu icat ettiler.

Bilim ve teknoloji ilerledikçe bu uygulamaların yerini daha gelişmiş sistemler almıştır. Artık tonlarca kütleye sahip araçlar paletler sayesinde karda batmadan ilerleyebilmektedir. Bugün yüzlerce yolcu taşıyabilen uçaklarla kıtalar arası yolculuk saatler içinde yapılabilmektedir. Binlerce tonluk metal gemiler denizde batmadan yüzebilmektedir.

Görselleri inceleyerek soruları cevaplayınız.

1. Karda insanların veya araçların palet sistemini kullanması hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Bu kavram hakkında neler biliyorsunuz?



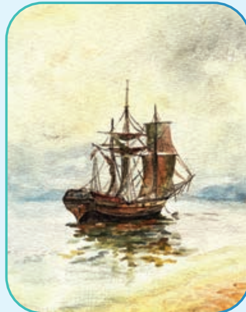


2. Balon ve uçakların uçabilmesi hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Uçakların kanat sisteminin uçağın hareketindeki görevi ne olabilir?





3. Çelikten yapılan gemilerin yüzebilmesi hangi fiziksel kavramla ilgilidir? Bu kavram hakkında neler biliyorsunuz?





2.1. BASINÇ

Kuvvetin cisimlerin şeklinde değişikliğe yol açtığı, cisimlerin hareketini etkilediği ve cisimler üzerinde iş yapabildiği önceki yıllarda öğrenilmişti. Kuvvetin diğer bir etkisi de yüzeylerde basınç oluşturabilmesidir.

Günlük yaşamda basınç kavramıyla sıkça karşılaşılır. Batma, kesme ve delme gibi olaylarda basınç etkilidir. Bazı akıllı telefonların ekranları ve çizim tabletleri basınca duyarlıdır (Görsel 2.1). Araçların yolda güvenli şekilde ilerleyebilmesi için lastik hava basınçlarının belli değerlerde olması gerekmektedir (Görsel 2.2).



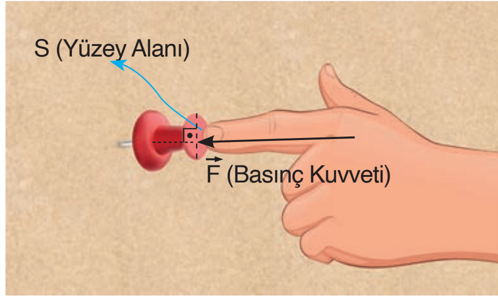
Görsel 2.1: *Çizim tableti*



Görsel 2.2: *Lastik hava basıncı*

Basıncı oluşturan temel etki basınç kuvvetidir. **Basınç kuvveti** yüzeye etki eden net dik kuvvettir ve **F** harfiyle gösterilir (Şekil 2.1). SI birim sisteminde birimi **newton** [nivtın (N)] kabul edilir. Birim yüzeye etki eden basınç kuvvetine **basınç** denir ve **P** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **pascal** [paskal (Pa)] kabul edilir.

Basınç birimi 1 Pa = 1 N/m^{2}dir.



Şekil 2.1: *Yüzeye uygulanan basınç kuvveti*

Basınç kuvveti, yüzey alanı ve basınç arasındaki ilişkinin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$P = \frac{F}{S}$$

P : Basınç (Pa)

F : Basınç kuvveti (N)

S : Yüzey alanı (m^2)

Basınç, basınç kuvvetinin büyüklüğüyle doğru, kuvvetin uygulandığı yüzey alanıyla ters orantılıdır. Basınç kuvveti vektörel bir büyüklük, basınç ise skaler bir büyüklüktür. Basınç kuvveti ve yüzey alanı değiştirilerek basınç değiştirilebilir. Bu duruma günlük hayattan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Basınç Kuvvetindeki Değişimin Basınca Etkileri



Görsel 2.3: *Ceviz kıracağına uygulanan kuvvet*

Kabuğu çok sert olan cevizleri kırmak için ceviz kıracağına iki elle kuvvet uygulamak gerekir (Görsel 2.3). İki elle uygulanan kuvvet tek elle uygulanana göre daha fazladır. Artan kuvvet cevizin üstüne uygulanan basıncı artırarak cevizin kırılmasını sağlar.



Görsel 2.4: *Kamyondan eşya indiren işçiler*

Çamura saplanmış bir aracı kurtarmak için öncelikle aracın yükü boşaltılır (Görsel 2.4). Bu işlem aracın yere uyguladığı basınç kuvvetini azaltır. Basınç kuvvetinin azalması zemine yapılan basıncı azaltır ve araç saplandığı yerden çıkar.

Yüzey Alanındaki Değişimin Basınca Etkileri



Görsel 2.5: *Krampon*

Kramponların tabanlarındaki çivilerin yüzey alanları küçüktür (Görsel 2.5). Bu çiviler çim zemine yüksek basınç uygulayarak futbolcuların zemine tutunmalarını sağlar. Futbolcular, ani hızlanma, yavaşlama ve manevralar sırasında kaymamalarını bu çivilere borçludur.



Görsel 2.6: *Vida, somun ve pul*

Vida somunlarını sıkmadan önce vidaya pul takılması tavsiye edilir (Görsel 2.6). Pul, vidaya geçen somunun malzemeye değen kısmının yüzey alanını artırarak bu bölgedeki basıncı azaltır. Bu sayede vida sıkıştırıldığında somunun malzemeyi delmesi ve malzemeye zarar vermesi önlenir.



ARAŞTIRINIZ

Ceviz kıracağının cevizi kırması, futbol ayakkabılarının yüzeye tutunması gibi basıncın günlük hayatta etkili olduğu olayları araştırarak başka örnekler bulunuz. Bulduğunuz örneklerden birini seçerek basınçla ilişkisini açıklayan bir metin yazınız. Metninizi görsellerle destekleyip sınıf panosunda sergileyiniz.



BİLGİ KUTUSU

Eski Uzak Doğu ve Hint geleneğinde bir meditasyon aracı olarak kullanılan çivili yataklar, günümüzde basınç ile yüzey alanı ilişkisini incelemeye yönelik gösteri deneylerinde sergilenir. Gösterilerde çivili tahta üzerine basan kişinin ayağına çivilerin batmaması izleyicilere şaşırtıcı gelir.

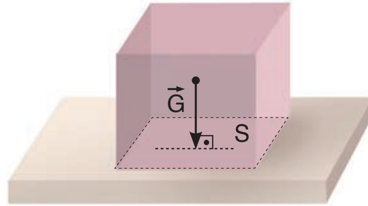


Çivinin uç kısmının yüzey alanı çok küçüktür. Üzerine etkiyen küçük kuvvetlerle uç kısmında büyük basınç oluşur ve temas ettiği yüzeye batar. Tahtada kullanılan binlerce çivinin uç kısmının toplam yüzey alanı ise bir çiviye göre oldukça büyüktür. Bu da çivilerin yüzeye uygulayacağı basıncı azaltır. Böylece çiviler tahta üzerine basan kişinin ayağına batmaz.

Katı, sıvı ve gazlarda basınç ve basınç kuvveti farklı özelliklere sahiptir. Bu yüzden ayrı başlıklar altında incelenir.

2.1.1. Katıların Basıncı

Katılar ağırlıkları nedeniyle üzerinde bulundukları yüzeylere basınç uygular. Yatay düzlem üzerinde duran katının ağırlığı basınç kuvvetini oluşturur. Ağırlığı G, yere temas eden yüzey alanı S olan katı cismin (Şekil 2.2) yüzeye uyguladığı basıncın matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.2: *Katı cisme ait serbest cisim diyagramı*



MATEMATİKSEL MODEL

$$P = \frac{G}{S}$$

P : Basınç (Pa)

G : Katı cismin ağırlığı (N)

S : Yüzey alanı (m^2)



Görsel 2.7: *Tekerlekli ve paletli araçlar*

Katıların basıncı ağırlıklarıyla doğru, yüzeye temas eden alanlarıyla ters orantılıdır. Bu nedenle kar, kum, çamur gibi gevşek zeminlerde ilerleyebilecek şekilde tasarlanan araçlarda basınç ile yüzey alanı ilişkisi dikkate alınır.

Traktör tekerlerinin geniş olmasının, bazı askerî araçlar ve kamyonlarda çok sayıda tekerlek kullanılmasının nedeni araçların yere temas eden yüzey alanlarını artırarak yere uyguladıkları basıncı azaltmaktır.

Tank, kar aracı ve bazı iş makinelerinde tekerlek yerine palet kullanılır. Bunun sebebi de aracın yere temas eden yüzey alanını artırarak yere uyguladığı basıncı azaltmaktır. Böylece yere daha az basınç uygulayan araçlar gevşek zeminlerde batmadan rahatlıkla ilerleyebilir.



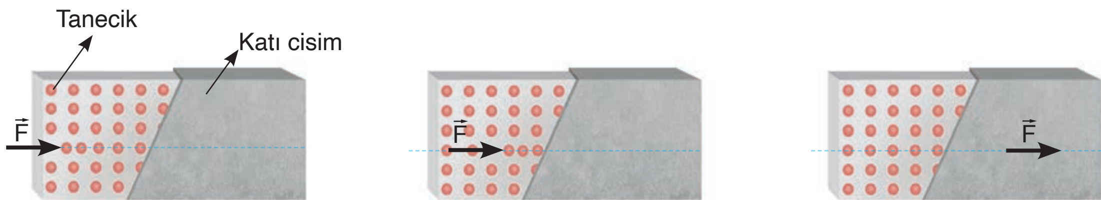
ARAŞTIRINIZ

Basınç ile yüzey alanı ilişkisinin örneklerine canlılarda da rastlanır. Örneğin fillerin 6 tonu bulabilen kütlelerine karşın zemine batmamalarının sebebi geniş tabanlı ayaklara sahip olmalarıdır.



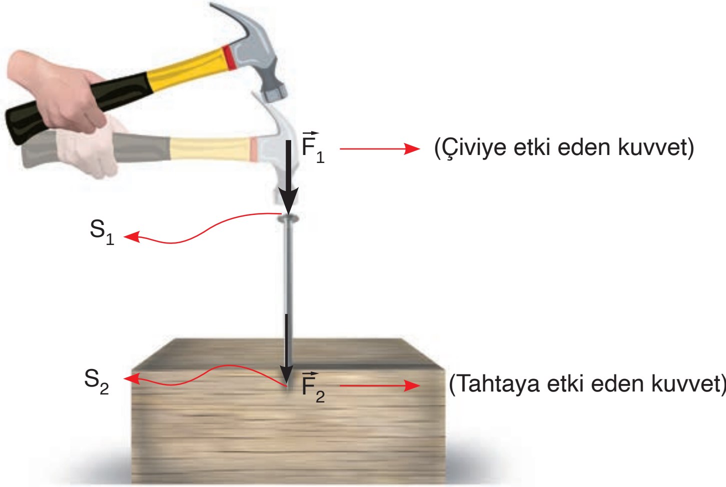
Canlılarda basınç ile yüzey alanı ilişkisini araştırınız. Araştırma sonucunda bulduğunuz örneklerden üçünü aşağıdaki boşluğa yazınız.

Katılar üzerlerine uygulanan kuvveti aynen iletir. Bunun sebebi, katıyı oluşturan tanecikler (atom veya molekül) arasındaki çekim kuvvetinin sıvı ve gazlara göre oldukça büyük olmasıdır. Bu özellik sayesinde katının üzerine uygulanan kuvvet, tanecikten taneciğe aktarılarak katı boyunca iletilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: *Kuvvetin katı boyunca iletilmesi*

Katı üzerine uygulanan kuvvetin iletimi esnasında farklı büyüklükteki yüzeylerde farklı büyüklükte basınç oluşur. Tahta parçasına çakılan çivi örneğinde olduğu gibi çekiçle çiviye her vurulduğunda uygulanan $\vec{F}_1$ kuvveti, çivinin tahtaya değen uç kısmına kadar iletilir. Çivinin baş kısmının yüzey alanı (S_1), uç kısmının yüzey alanından (S_2) daha büyüktür. Bu yüzden çivinin baş kısmında oluşan P_1 basıncı, uç kısmında oluşan P_2 basıncından daha küçük olur. Böylece çivi çekice zarar vermeden tahtayı deler (Şekil 2.4).



$\vec{F}_1 = \vec{F}_2$

$S_1 > S_2$

$P_1 = \dfrac{F_1}{S_1}$, $P_2 = \dfrac{F_2}{S_2}$

$P_1 < P_2$

(Çivinin ağırlığı ihmal edilmiştir.)

Şekil 2.4: *Çivinin farklı yüzeylerinde oluşan basınç*



ÖRNEK

Düşey kesitleri verilen ve zemine temas eden yüzey alanları sırasıyla S, S ve 2S olan K, L, M cisimlerinin ağırlıkları sırasıyla G, 3G ve 2G'dir.



Cisimler yatay zeminde dengede olduğuna göre

a) Cisimlerin yere uyguladıkları basınç kuvvetlerinin büyüklüklerini karşılaştırınız.

b) Cisimlerin yere uyguladıkları basınçları karşılaştırınız.



ÇÖZÜM

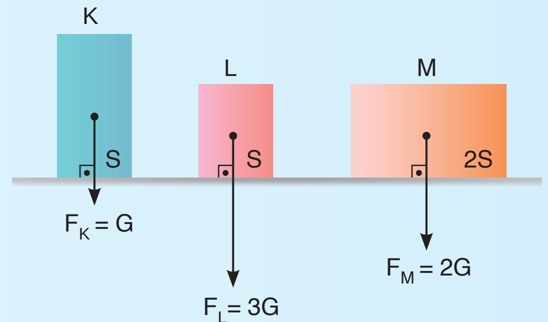
a) K, L ve M cisimlerinin ağırlıkları basınç kuvvetini oluşturduğundan F_K, F_L ve F_M basınç kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki $F_L > F_M > F_K$ dir.

b) K, L ve M cisimlerinin yere uyguladığı basınçlar sırasıyla P_K, P_L ve P_M ise

$P_K = \dfrac{G}{S}$, $P_L = \dfrac{3G}{S}$ ve $P_M = \dfrac{2G}{2S}$ olur.

Bu durumda

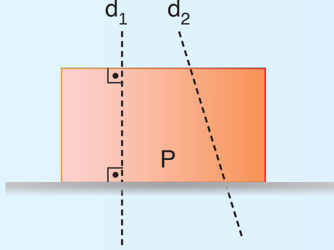
$P_L > P_K = P_M$ olur.



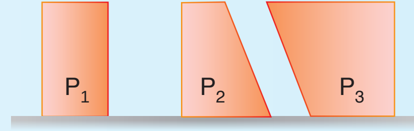


ÖRNEK

Yatay zemin üzerinde (Şekil I) durmakta olan ve düşey kesiti verilen dikdörtgen prizması şeklindeki katı bir cisim, d_1 ve d_2 doğrultusu boyunca kesilerek (Şekil II) üç parçaya ayrılıyor. Cismin kesilmeden önce zemine uyguladığı basınç P, kesildikten sonra her bir parçanın zemine uyguladığı basınç P_1, P_2 ve P_3tür.



Şekil I



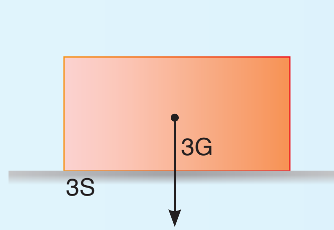
Şekil II

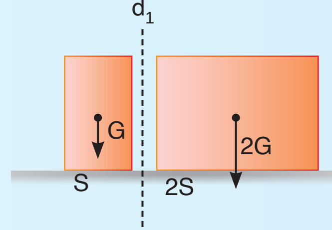
Buna göre P, P_1, P_2 ve P_3 arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

Cismin kesilmeden önceki ağırlığı 3G büyüklüğünde, yüzey alanı da 3S olsun. Cismin d_1 doğrultusundaki kesme işlemi, cismi taban alanı S ve 2S olan iki parçaya ayırmış olsun. Bu işlem aynı zamanda cismi G ve 2G ağırlığında iki parçaya ayırır.

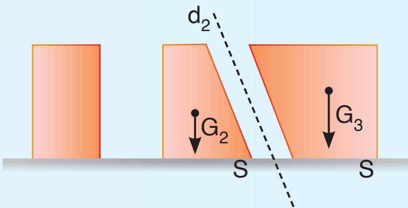




Cismin kesilmeden önceki zemine uyguladığı basınç P, kesildikten sonraki her bir parçanın zemine uyguladığı basınç P_1 ve P_1' ise

$P = \frac{3G}{3S} = \frac{G}{S}$, $P_1 = \frac{G}{S}$, $P_1' = \frac{2G}{2S} = \frac{G}{S}$ olur. Bu durumda $P = P_1 = P_1'$ olur.

d_2 doğrultusundaki kesme işlemi cisimleri farklı taban alanı ve ağırlık oranlarında böler. 2G ağırlığına ve 2S taban alanına sahip parça kesme işlemi sonucunda S taban alanına sahip iki parçaya ayrılsın. Parçalardan biri daralan şekilde yükseldiği için ağırlığı G'den az, diğeri de genişleyen şekilde yükseldiği için ağırlığı G'den fazla olur.



Her bir parçanın yere uyguladığı P_2 ve P_3 basınçlarının P ile ilişkisi aşağıdaki gibidir.

$\underbrace{P_2}_{\text{P'den az}} = \frac{G_2}{S}$ } G'den az $\underbrace{P_3}_{\text{P'den fazla}} = \frac{G_3}{S}$ } G'den fazla

Sonuç olarak her bir parçanın yere yaptığı basınçlar arasındaki ilişki

$P_3 > P = P_1 > P_2$ olur.



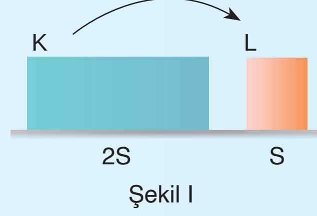
ÖRNEK

Düşey kesitleri verilen ve zemine temas eden yüzey alanları sırasıyla 2S ve S olan dikdörtgenler prizması şeklindeki K ve L cisimlerinin ağırlıkları sırasıyla 3G ve G büyüklüğündedir. Cisimler yatay zemin üzerinde dengedeyken K cisminin zemine uyguladığı basınç P kadardır.

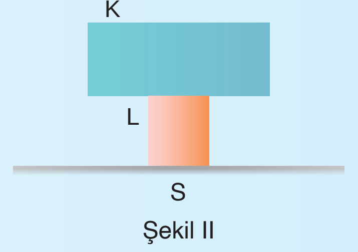
K cismi L cisminin üzerine yerleştirildiğinde

a) K cisminin L cismine uyguladığı basınç kaç P olur?

b) L cisminin zemine uyguladığı basınç kaç P olur?



Şekil I



Şekil II



ÇÖZÜM

a) Şekil I'de K cisminin yere yaptığı basınç $P = \frac{3G}{2S}$ kadardır.

K cismi L'nin üstüne konulduğunda K'nin L'ye temas eden yüzeyi S olur. Bu durumda K'nin L'ye uyguladığı basınç $P_{KL} = \frac{3G}{S} = 2P$ olur.

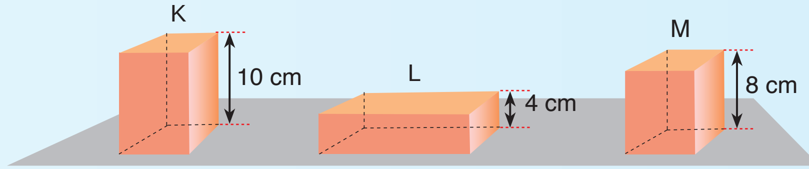
b) K cismi L'nin üzerine konulduğunda zemindeki basınç kuvveti K ve L cisimlerinin ağırlıkları toplamı kadardır. Bu durumda L'nin zemine uyguladığı basınç

$P_{zemin} = \frac{(G + 3G)}{S} = \frac{4G}{S}$, $P_{zemin} = \frac{8}{3}$ P olur.



1. SIRA SİZDE

Kütleleri ve hacimleri eşit olan dikdörtgenler prizması şeklindeki K, L, M cisimlerinin yatay zemine uyguladıkları basınç kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla F_K, F_L ve F_M, basınçları da sırasıyla P_K, P_L ve P_M dir.



Buna göre K, L ve M cisimlerinin zemine uyguladıkları basınç kuvvetlerinin büyüklükleri ve basınçları arasındaki ilişki nedir?





2. SIRA SİZDE

Küp, prizma, silindir gibi tabandan itibaren kenarları düzgün yükselen cisimlerin üzerinde bulundukları zemine uyguladıkları basıncın yüzey alanına bağlı olmadığını matematiksel olarak gösteriniz.





YORUMLAYINIZ

Buz tutmuş suyun üzerinde yürüyen canlılar bazen buzun kırılması sonucunda suya düşebilir. Böyle bir olayda eğitimli kurtarma personeli ya buzun üstünde sürünerek ya da merdiven, tahta parçası gibi cisimlerin üzerine ağırlığını vererek canlıya ulaşır. Kurtarma işleminden sonra da aynı yöntemle geri dönerler.



Buz üzerindeki kurtarma işleminde neden böyle bir yöntem tercih edilir? Yorumlayınız.



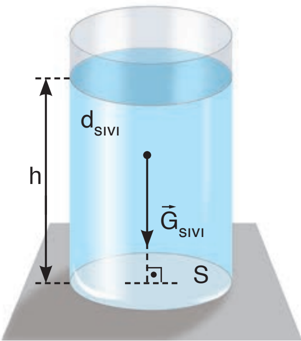
2.1.2. Durgun Sıvıların Basıncı

Sıvılar da katılar gibi ağırlıklarından dolayı temas ettikleri her noktaya basınç uygular. Özkütlesi d, ağırlığı $G_{sıvı}$ olan h yüksekliğinde sıvıyla dolu silindirik kabın (Şekil 2.5) tabanındaki sıvı basıncı

$P_{(taban)} = \frac{F}{S} = \frac{G_{sıvı}}{S}$ matematiksel modeliyle bulunur.

Sıvının ağırlığı özkütle ve hacim cinsinden yazılarak basınç bağıntısında yerine konulursa

$P_{(taban)} = \frac{G_{sıvı}}{S} = \frac{m_{sıvı} \cdot g}{S} = \frac{d_{sıvı} \cdot V_{sıvı} \cdot g}{S}$ elde edilir.



Şekil 2.5: *h yüksekliğinde sıvıyla dolu silindirik kap*

Taban alanı S olan silindirik kapta h yüksekliğindeki sıvının hacmi

$V_{sıvı} = h \cdot S$ ile bulunur. Bu ifade de basıncın matematiksel modelinde yerine yazılırsa sıvının kap tabanına yaptığı basınç

$P_{(taban)} = \frac{d_{sıvı} \cdot h \cdot S \cdot g}{S} = h \cdot d_{sıvı} \cdot g$ şeklinde bulunur.

Genel olarak sıvı içinde h derinliğindeki herhangi bir noktaya etki eden sıvı basıncının matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$\mathbf{P_{sıvı} = h \cdot d_{sıvı} \cdot g}$

$P_{sıvı}$: Sıvı basıncı (Pa)

h : Sıvının üst yüzeyinden itibaren dik olarak ölçülen derinlik (m)

$d_{sıvı}$: Sıvının özkütlesi (kg/m³)

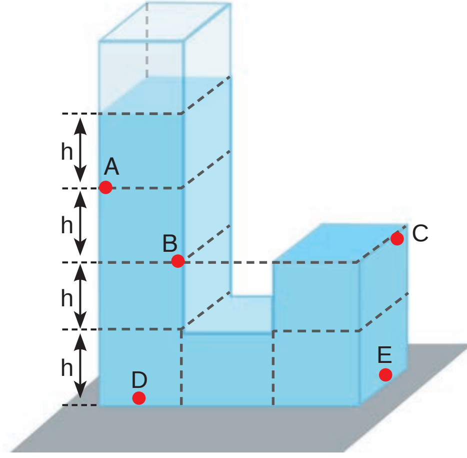
g : Yer çekimi ivmesi (m/s²)

Sıvı içinde aynı derinlikteki tüm noktalara etki eden sıvı basıncı eşittir. Sıvı basıncı hesaplanırken derinlik sıvının en üst yüzeyinden itibaren dik ölçülmelidir. İçinde d özkütleli sıvı bulunan kabın A, B, C, D ve E noktalarına (Şekil 2.6) etki eden sıvı basınçları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$P_A = h \cdot d \cdot g$

$P_B = P_C = 2h \cdot d \cdot g$

$P_D = P_E = 4h \cdot d \cdot g$



Şekil 2.6: *İçinde sıvı bulunan kap*

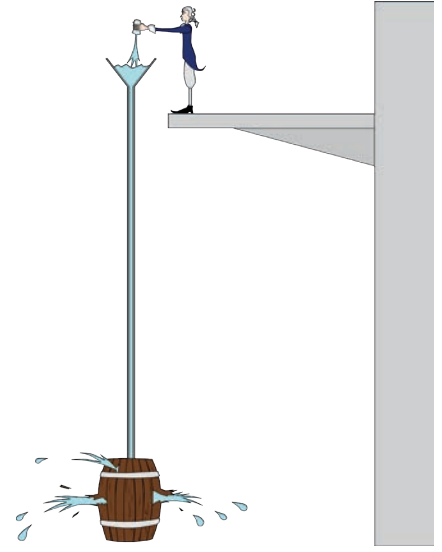


YORUMLAYINIZ

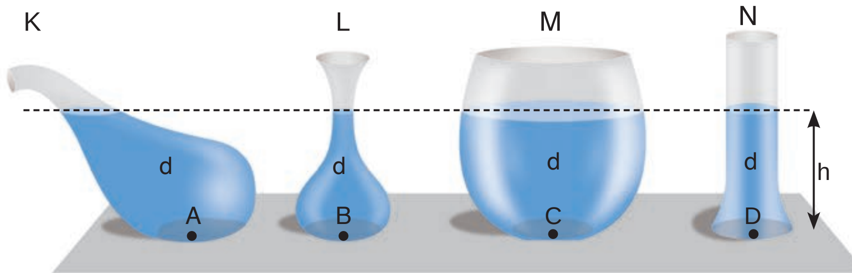
Blaise Pascal (Bleys Paskal), 17. yüzyılda yaşamış Fransız matematikçi, fizikçi ve düşünürdür. Sıvı basıncı üzerine yaptığı çalışmalarla tanınır. Sıvı basıncıyla ilgili yaptığı bir deneyde su dolu bir fıçının üzerine monte ettiği ince bir boruya az miktarda su ekleyerek fıçıyı patlattığı rivayet edilir. Bu deney, Pascal'ın patlak fıçı deneyi olarak bilinir.

Deneyde fıçının patlamasını sıvı basıncıyla nasıl açıklarsınız? Yorumlayınız.





Sıvı basıncı kabın şeklinden ve yüzey alanından etkilenmez. İçinde aynı yükseklikte, aynı sıcaklıkta ve aynı cins sıvı bulunan K, L, M ve N kaplarının tabanlarına etki eden sıvı basınçları eşittir (Şekil 2.7).



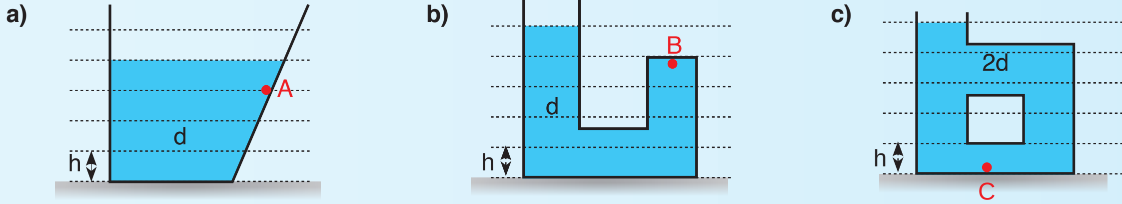
$P_A = P_B = P_C = P_D = h \cdot d \cdot g$

Şekil 2.7: *İçinde aynı cins sıvı bulunan farklı şekillerdeki kaplar*



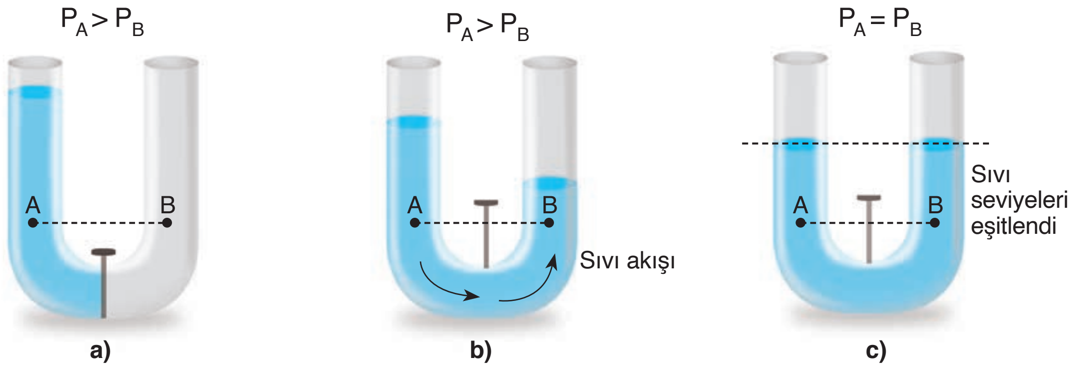
3. SIRA SİZDE

Düşey kesiti verilen şekildeki kapların A, B ve C noktalarına etki eden sıvı basınçlarını h · d · g cinsinden hesaplayınız. (Noktalı çizgiler arası yükseklik h kadardır.)



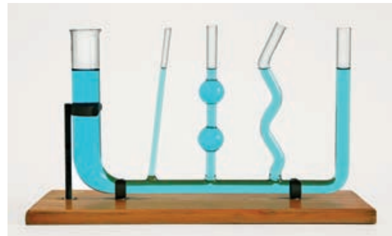


Akışkanlar daima basıncın büyük olduğu yerden küçük olduğu yere doğru akar. Bir tarafı sıvıyla dolu U borusunun A noktasındaki sıvı basıncı B noktasındaki basınçtan daha büyüktür (Şekil 2.8.a). Vana açıldığı anda borunun sol tarafındaki sıvı, basınç farkı nedeniyle sağ tarafa doğru akar (Şekil 2.8.b). Sıvı akışı borunun aynı seviyede olan noktaların basınçları eşit oluncaya kadar sürer. Sıvı akışı durduğunda borunun her iki tarafında sıvı seviyeleri eşit olur (Şekil 2.8.c).



Şekil 2.8: *U borusundaki sıvının dengeye gelmesi*

Farklı kapların birleştirilmesiyle oluşan bileşik kaplar sisteminde kapların şekli, genişliği, duruşu gibi özellikler ne olursa olsun sıvının üst seviyesi bütün kaplarda aynıdır (Görsel 2.8). Çaydanlık bileşik kap sistemine bir örnektir (Görsel 2.9).



Görsel 2.8: *Bileşik kaplar*

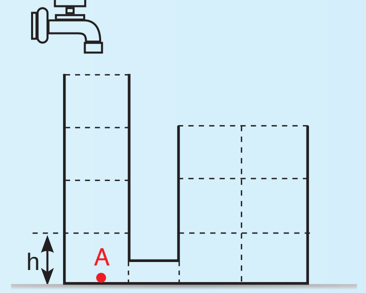


Görsel 2.9: *Çaydanlık*



ÖRNEK

Eşit hacim bölmeli ve her bir bölmesinin yüksekliği h olan bileşik kabın düşey kesiti şekildeki gibidir. Dakikada bir bölme doldurabilen sabit debili musluk açılarak 10 dakika boyunca kaba d özkütleli sıvı akıtılıyor.



Buna göre

a) 10 dakika sonunda A noktasındaki sıvı basıncı kaç $h \cdot d \cdot g$ olur?

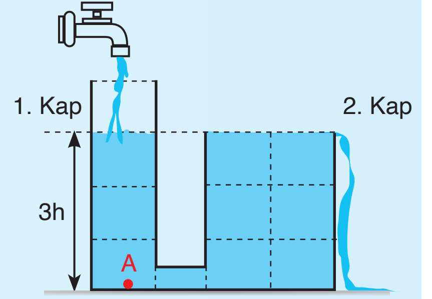
b) 10 dakika boyunca A noktasına etki eden sıvı basıncının zamana bağlı değişim grafiği nasıl olur?

(Kapları birleştiren boruda kalan suyun hacmini ihmal ediniz.)

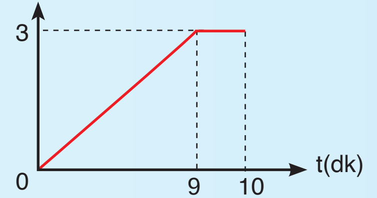


ÇÖZÜM

a) Bileşik kaplar doldurulurken sıvı tüm kaplarda eşit seviyede yükselir. 9 dakika sonunda sıvının her iki kaptaki yüksekliği 3h'dir. Bu andan itibaren sıvı 2. kabın üstünden taşacağından kaplardaki sıvı seviyesi değişmez. 10 dakika sonunda A'daki sıvı basıncı $P_A = 3h \cdot d \cdot g$ olur.



b) A noktasındaki sıvı basıncı 9 dakika boyunca kaptaki sıvı seviyesine bağlı olarak düzgün şekilde artar. Ancak 10. dakikadan itibaren sıvı taşacağı için kaptaki sıvı seviyesi dolayısıyla A noktasındaki sıvı basıncı değişmez.



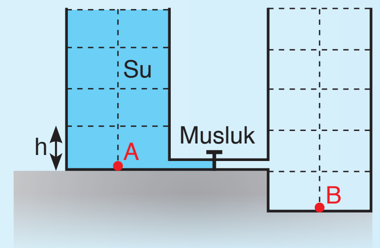


4. SIRA SİZDE

Eşit hacim bölmeli iki kap musluklu boruyla birleştirilerek bileşik kap sistemi oluşturuluyor. Musluk kapalıyken kaplardan biri suyla dolduruluyor.

Musluk kapalıyken A noktasına etki eden sıvı basıncı P_A, musluk açılıp sıvı dengesi sağlandığında B noktasına etki eden sıvı basıncı P_B olduğuna göre $\frac{P_A}{P_B}$ oranı nedir?

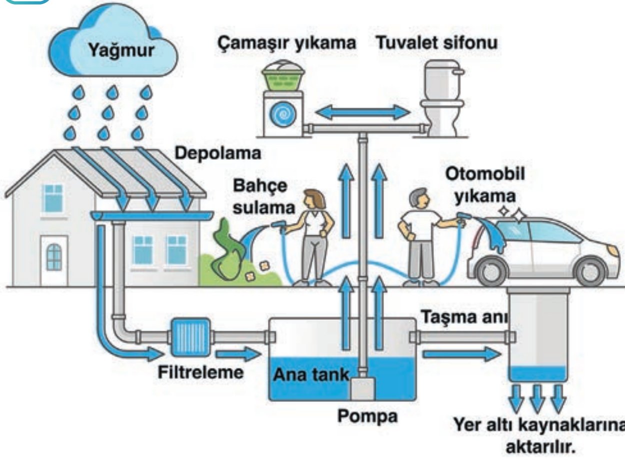
(Kapları birleştiren boruda kalan suyun hacmini ihmal ediniz.)







YORUMLAYINIZ



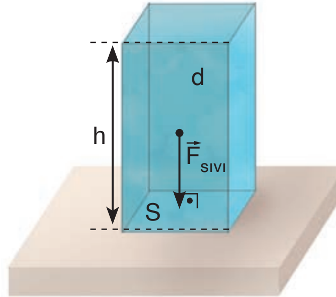
Yağmur suyu hasadı, yağış sırasında akıp giden yağmur sularının yeniden kullanılmak üzere toplanıp yerinde depolanması işlemidir. Bu yöntemde bina çatısı, kaldırım, sokak gibi yerlerde eğim yönünde akan yağmur suları, oluk ve borularla yer altı veya yer üstündeki depolara yönlendirilir. Bu sular, ihtiyaç alanlarına göre filtre işleminden geçirilerek ya da doğrudan temizlik, tuvalet, çamaşır makinesi, bahçe sulaması gibi farklı alanlarda kullanılabilir.



Evinin çatısına düşen yağmur sularını 50 litrelik üç adet bidonda depolamayı düşünen bir kişi, iki bidonun aynı anda dolmasını isterken üçüncü bidonun ilk iki bidon dolduktan sonra dolmasını istiyor. Buna göre bidonlar arasındaki boru bağlantısını nasıl yapmalıdır? Yandaki şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

Durgun Sıvıların Basınç Kuvveti

Durgun sıvılar temas ettikleri yüzeylere basınç kuvveti uygular. Özkütlesi d ve yüksekliği h olan durgun sıvının bulunduğu kabın (Şekil 2.9) tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.9: *Sıvı dolu kabın tabanına etkiyen sıvı basınç kuvveti*



MATEMATİKSEL MODEL

$$F_{sıvı} = P_{sıvı} \cdot S = h \cdot d_{sıvı} \cdot g \cdot S$$

$F_{sıvı}$: Sıvı basınç kuvveti (N)

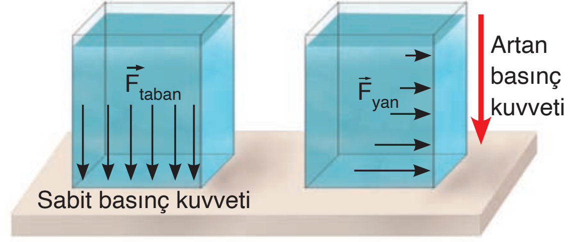
h : Sıvının üst yüzeyinden itibaren dik olarak ölçülen derinlik (m)

$d_{sıvı}$: Sıvının özkütlesi (kg/m^3)

g : Yer çekimi ivmesi (m/s^2)

S : Kabın taban alanı (m^2)

İçi sıvı dolu bir kabın tabanına etki eden sıvı basıncı her noktada aynı olacağından sıvı basınç kuvveti tabanın her noktasında aynı değerdedir (Şekil 2.10). Kabın yan yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti için aynısı söylenemez çünkü sıvının derinlerine doğru inildikçe sıvı basıncına bağlı olarak basınç kuvveti giderek artar (Şekil 2.11).

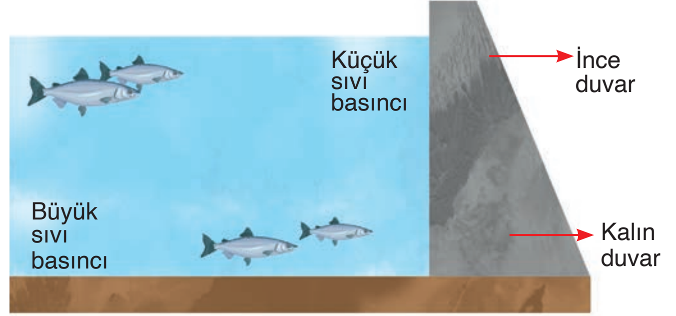


Şekil 2.10: *Tabana etkiyen sıvı basınç kuvveti*

Şekil 2.11: *Yan yüzeye etkiyen sıvı basınç kuvveti*

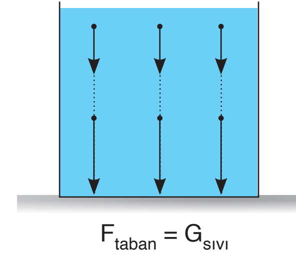
Baraj duvarları üst kısımdan alta doğru kalınlaşacak şekilde inşa edilir (Görsel 2.10). Bunun sebebi, derinlere inildikçe artan su basıncı ve basınç kuvvetine karşı baraj duvarının dayanıklılığını artırmaktır.





Görsel 2.10: *Baraj duvarı ve kesiti*

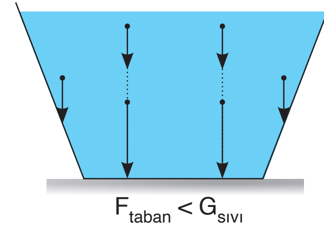
Tabandan itibaren düzgün yükselen kaptaki sıvının ağırlığı Şekil 2.12'deki gibi küçük parçalara ayrılıp vektörlerle gösterilirse parçaların toplamının tabandaki sıvı basınç kuvvetini oluşturduğu görülür. Bu nedenle silindir, prizma, küp gibi tabandan itibaren düzgün yükselen kapların tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığına eşittir (Şekil 2.12).



$F_{taban} = G_{sıvı}$

Şekil 2.12: *Tabandan itibaren düzgün yükselen kap*

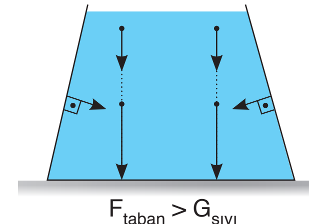
Tabandan itibaren genişleyen kaplarda sıvı ağırlığının bir kısmı yan yüzeyler tarafından dengelenir. Sıvının ağırlığı Şekil 2.13'teki gibi küçük parçalara ayrılıp vektörlerle gösterilirse parçaların sadece bir kısmının tabandaki sıvı basınç kuvvetini oluşturduğu görülür. Bu nedenle tabandan itibaren genişleyen kaplarda kabın tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığından daha azdır (Şekil 2.13).



$F_{taban} < G_{sıvı}$

Şekil 2.13: *Tabandan itibaren genişleyen kap*

Tabandan itibaren daralan kaplarda sıvıya temas eden yan yüzeylerde tepki kuvveti oluşur. Şekil 2.14'teki gibi sıvının ağırlığı küçük parçalara ayrılıp vektörlerle gösterilirse parçaların tamamıyla tepki kuvvetlerinin bileşkesinin tabandaki sıvı basınç kuvvetini oluşturduğu görülür. Bu nedenle tabandan itibaren daralan kaplarda tabana etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığından fazladır (Şekil 2.14).



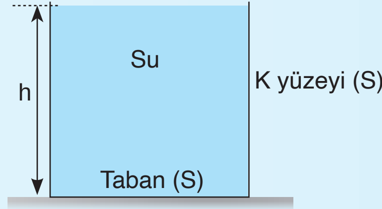
$F_{taban} > G_{sıvı}$

Şekil 2.14: *Tabandan itibaren daralan kap*



ÖRNEK

Her bir yüzeyinin alanı S olan ve düşey kesiti şekildeki gibi verilen küp şeklindeki akvaryum h yüksekliğinde suyla doludur.



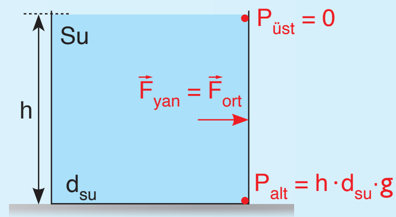
Akvaryumun tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü F olduğuna göre K yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü kaç F'dir?



ÇÖZÜM

Akvaryumun tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü

$F = P_{taban} \cdot S = h \cdot d_{su} \cdot g \cdot S$ olur.



Kapların yan yüzeyine etki eden basınç kuvveti değişken olduğundan ortalama basınç kuvveti hesaplanmalıdır. Bunun için kabın yan yüzeyine etki eden sıvı basıncının ortalaması alınır ve yüzey alanıyla çarpılır.

Kabın yan yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti

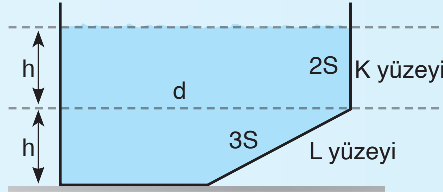
$$F_{yan} = F_{ort} = P_{ort} \cdot S = \frac{(P_{üst} + P_{alt})}{2} \cdot S$$

$$F_{yan} = \frac{(0 + h \cdot d_{su} \cdot g) \cdot S}{2} = \frac{h \cdot d_{su} \cdot g \cdot S}{2} = \frac{F}{2} \text{ olur.}$$



5. SIRA SİZDE

K ve L yüzeylerinin alanı sırasıyla 2S ve 3S olan, düşey kesiti şekildeki gibi verilen bir kap 2h yüksekliğinde d özkütleli sıvıyla doludur.



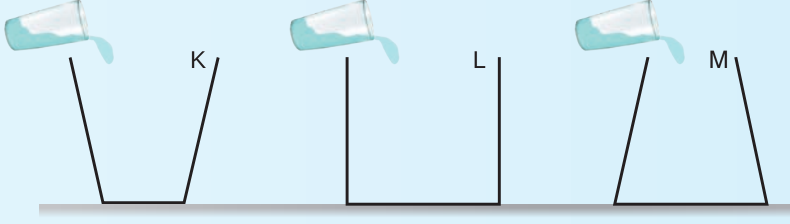
Kabın K yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü F_K, L yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü F_L olduğuna göre F_K / F_L oranı nedir?





ÖRNEK

Yatay zemin üzerinde duran ve düşey kesiti verilen boş K, L ve M kaplarına ikişer bardak su konuyor.



Kaplardan su taşmadığına göre kapların tabanında oluşan F_K, F_L ve F_M sıvı basınç kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

K kabı tabandan itibaren genişlediğinden tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığından küçüktür.

$F_K < G_{sıvı}$

L kabı tabandan itibaren düzgün yükseldiğinden tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığına eşittir.

$F_L = G_{sıvı}$

M kabı tabandan itibaren daraldığından tabanına etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü sıvının ağırlığından büyüktür.

$F_M > G_{sıvı}$

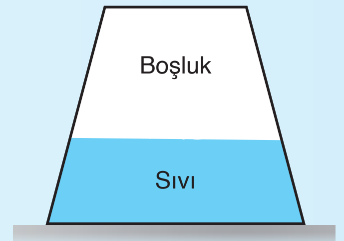
K, L ve M kaplarının tabanlarına etki eden sıvı basınç kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir.

$F_M > F_L > F_K$



6. SIRA SİZDE

Düşey kesiti verilen ve içinde bir miktar sıvı bulunan kapalı bir kap yatay zemin üzerinde dengededir.



Kap ters çevrilerek dar yüzeyi üzerine zemine konulursa

a) Kabın zemine uyguladığı basınç kuvvetinin büyüklüğü ve basınç nasıl değişir?

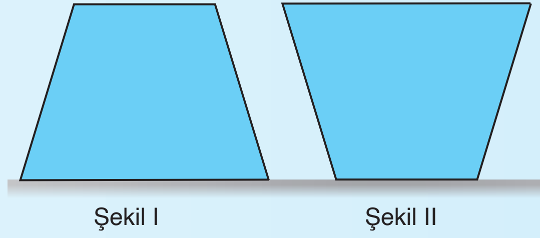
b) Kabın içindeki sıvının kabın tabanına uyguladığı basınç ve basınç kuvvetinin büyüklüğü nasıl değişir?





7. SIRA SİZDE

Düşey kesiti verilen içi tamamen sıvı dolu bir kap geniş yüzeyi altta olacak şekilde yatay zemin üzerinde durmaktadır (Şekil I). Sıvının kabın zeminine uyguladığı sıvı basınç kuvveti F_S ve kabın yatay zemine uyguladığı basınç kuvveti F_K dir.

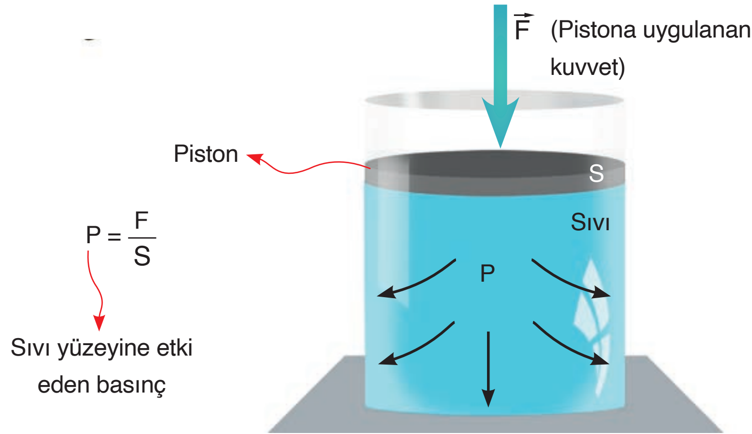


Kap ters çevrilerek dar yüzeyi zemine gelecek şekilde konduğunda (Şekil II) F_S ve F_K nasıl değişir?



Katılar, üzerlerine uygulanan kuvveti aynen iletirken basıncı iletemez. Sıvılar için bu durum geçerli değildir.

İçi sıvı dolu silindirik bir kabın üstüne sürtünmesiz ve sızdırmaz bir piston yerleştirilerek pistona kuvvet uygulandığında pistonun sıvıyla temas eden yüzeyinde basınç oluşur. Bu basınç pistona temas eden her sıvı molekülüne aktarılır. Sıvı molekülleri katıyı oluşturan taneciklere göre daha serbest hareket edebildiklerinden pistondan aldıkları basıncı her yöndeki komşu sıvı moleküllerine aktarır. Böylece sıvılar, katılardan farklı olarak üzerine uygulanan basıncı her yöne aynı büyüklükte iletmiş olur (Şekil 2.15).



Şekil 2.15: *Sıvıların basıncı iletmesi*



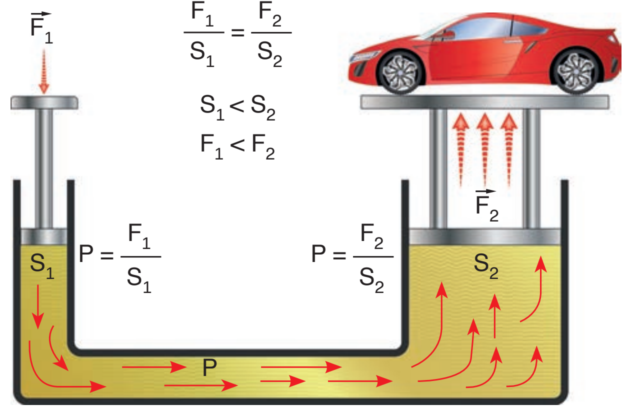
Görsel 2.11:
Blaise Pascal (Temsilî)

Sıvıların basıncı her yöne iletme özelliğini deneysel olarak ilk keşfeden bilim insanı Blaise Pascal'dır (Görsel 2.11). Pascal, kapalı bir kaptaki sıvının basıncında meydana gelen değişimin sıvı tarafından her doğrultuda ve her yönde aynen iletildiğini ifade etmiştir. Bu ifade günümüzde **Pascal Prensibi** olarak bilinir.

Pascal Prensibi birçok mühendislik uygulamasının temelini oluşturur. Hidrolik kaldıraçlar bunun bir örneğidir (Görsel 2.12). Hidrolik kaldıraç iki farklı kesit alanına sahip ve üzerlerinde sızdırmaz piston bulunan bileşik kaplardan oluşur (Şekil 2.16). Kaplar genellikle hidrolik sıvıyla doldurulur. Küçük kesit alanına sahip pistona (S_1) kuvvet ($\vec{F}_1$) uygulandığında piston da sıvıya basınç (P) uygular. Pascal Prensibi gereği bu basınç büyük kesit alanına sahip pistona (S_2) kadar iletilir ve bu pistonda büyük bir basınç kuvveti ($\vec{F}_2$) oluşturur. Bu da küçük kuvvetlerle büyük ağırlıkların kaldırılmasını mümkün kılar.



Görsel 2.12: *Hidrolik kaldıraç*



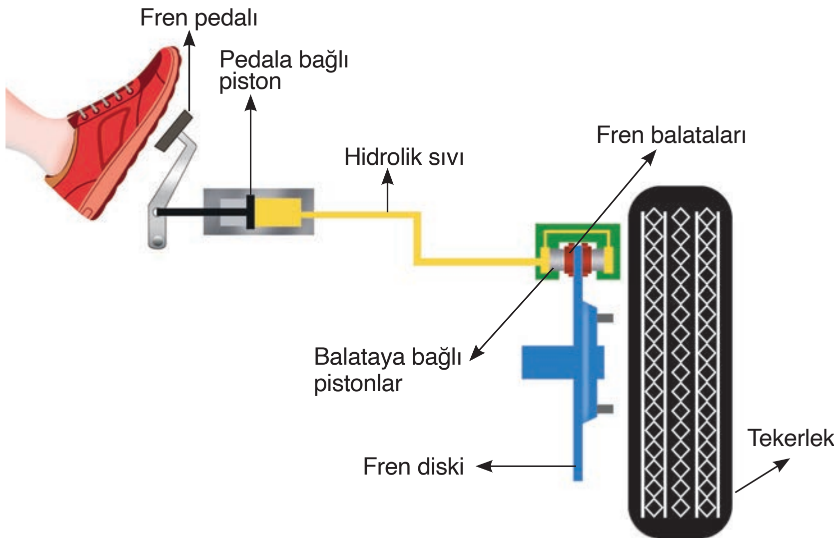
Şekil 2.16: *Hidrolik kaldıracın çalışma prensibi*

Araçların hidrolik fren sistemleri Pascal Prensibi'nin mühendislikteki uygulamalasına bir başka örnektir (Şekil 2.17). Hidrolik fren sisteminde fren pedalına basıldığı anda pedala bağlı piston hidrolik sıvıya basınç uygular. Hidrolik sıvı bu basıncı fren balatalarının bağlı olduğu pistonlara kadar iletir. Pistonlar balataları hareket ettirerek tekerleklere bağlı fren diskini sıkıştırır. Sıkışan diskin dönüşü zorlaşır ve böylece araç yavaşlar ve durur. Pascal Prensibi'yle hidrolik sistemlerin çalışmasını daha iyi kavramak için diğer sayfada verilen etkinliği yapınız.





Konu ile ilgili canlandırmaya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Şekil 2.17: *Araçlarda hidrolik fren sistemi*





Konu ile ilgili canlandırmaya ulaşmak için karekodu okutunuz.



ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	**Hidrolik Sistemler**
Etkinliğin Amacı	**Pascal Prensibi'ni temel alan bir hidrolik sistem tasarlayıp çalıştırabilme.**

 2 Ders Saati  Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Farklı ebatlarda pistonlar
- Plastik borular
- Tutkal
- Farklı ebatlarda ahşaplar

Bilgi: Hidrolik sistemler, sıvı basıncı ve Pascal Prensibi'ni temel alarak kuvvetin büyüklüğünün ve yönünün değiştirilmesini sağlar. Bu sistemler iş makinesi, yük asansörü, kriko gibi cihazların hareketli parçalarında kullanılır.



Bu etkinlikte öğretmeninizin belirleyeceği grupla basınç konusunda edindiğiniz bilgileri kullanarak karşılaşılan bir problemin çözümüne yönelik hidrolik sistem tasarlamanız, tasarımınızın çalışan bir modelini yapmanız ve tasarımınızı sınıfta sunmanız beklenmektedir.

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Genel ağ adreslerinden yararlanarak çeşitli amaçlar için üretilmiş hidrolik sistemleri, bu sistemlerin çalışma prensiplerini, sistemin bileşenlerinin sistemin çalışmasına etkisini araştırınız ve notlar alınız.
2. Problemin çözümüne yönelik fikirlerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Her fikir üzerinde tartışarak önerileri değerlendiriniz ve tasarıma karar veriniz.
4. Tasarımınızın taslağını çizerek kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
5. Tasarımınızda kullanılacak malzemeleri temin ederek ürünü oluşturunuz.
6. Ürününüzü test ederek ürününüzün işleyen ve işlemeyen, güçlü ya da zayıf yönlerini belirleyiniz.
7. Ürününüzde gerekli iyileştirme çalışmalarını yapınız ve ürününüzü sınıfta paylaşınız.

Değerlendirme

1. Diğer grupların projelerinde dikkatinizi çeken kısımlar nelerdir?



2. Projenizde düzeltme yapmak isteseydiniz projenin hangi kısmını değiştirirdiniz?

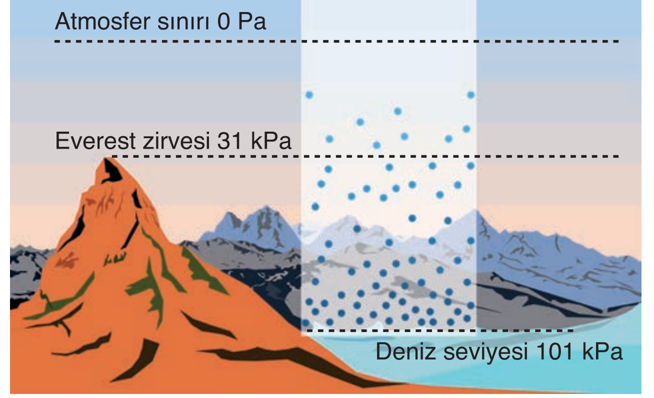


3. Projeniz günlük yaşamın hangi problemine çözüm üretebilir?



2.1.3. Gaz Basıncı

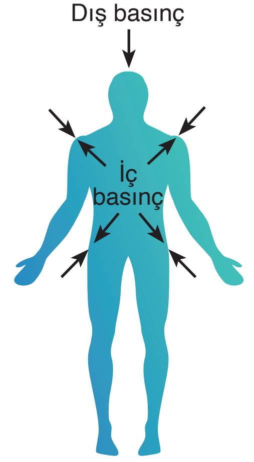
Gazlar her doğrultuda ve her yönde rastgele hareket eden tanecikler topluluğudur. Ağırlıkları ve çarptıkları yüzeylere kuvvet uygulamaları nedeniyle temas ettikleri yüzeylere basınç uygular. Dünya'nın etrafı atmosfer adı verilen kalın bir gaz katmanıyla çevrilidir. Bu yüzden yeryüzündeki her noktaya gaz basıncı etki eder. Bu basınca **atmosfer basıncı** denir. Atmosferdeki gazların hareketinden kaynaklanan basınç, ağırlığından kaynaklanan basınca göre çok küçük olduğundan ihmal edilebilir. Bu nedenle atmosfer basıncını oluşturan temel etkinin atmosferdeki gazların ağırlığı olduğu kabul edilir. Deniz seviyesinden yukarı doğru çıkıldıkça atmosferin yoğunluğu azalır ve bu durum atmosfer basıncının azalmasına neden olur (Şekil 2.18). Ayrıca atmosferdeki nem, sıcaklık, hava akımı gibi etmenler atmosferdeki gaz yoğunluğunu değiştirerek bölgesel basınç farklılıklarını oluşturur.



***Şekil 2.18:** Atmosferde gaz yoğunluğu*

Atmosfer basıncı yeryüzündeki tüm yaşamı etkiler. Deniz seviyesinde atmosfer basıncının etkisi, insan vücudunda yaklaşık her 1 cm^2lik alana etkiyen 10 N'luk kuvvetin yaptığı basınca eşittir. Yetişkin bir insan vücudunun yüzey alanı yaklaşık 15 000 cm^2dir. Bu durumda insan vücuduna atmosferin uyguladığı toplam basınç kuvveti 150 000 N olur. Bu kuvvet yaklaşık olarak 15 tonluk bir kütleye etki eden kütle çekim kuvvetine eşittir.

Atmosfer basıncının insan vücuduna zarar vermemesinin ve hissedilmemesinin nedeni iç ve dış basınç dengesidir. Atmosfer basıncı, insan vücudunu dıştan içe doğru büzülmeye zorlarken akciğer gibi hava dolu organlar ve damarlarda dolaşan kanın basıncı bu etkiyi dengeler (Şekil 2.19).



***Şekil 2.19:** İnsan vücudunda iç ve dış basınç dengesi*

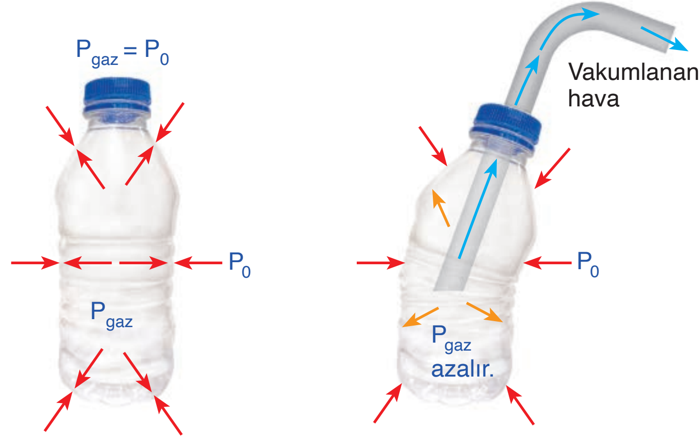


BİLGİ KUTUSU

Uzayda atmosfer basıncının olmaması uzay yürüyüşüne çıkan astronotlar için hayati bir sorundur. Astronotlar özel giysilerini giymeden uzay yürüyüşüne çıksalardı iç basınçları dış basınçla dengelenemeyeceğinden vücutlarına içten dışa doğru büyük bir kuvvet etki ederdi. Bu da astronotların iç organlarına ve vücutlarına büyük zarar vererek hayatlarını kaybetmelerine sebep olurdu. Bu sorunu çözmek için astronot giysilerinin içi havayla doldurularak yapay bir dış basınç oluşturulur. Böylece astronotların iç basıncı yapay dış basınçla dengelenir ve basınç farkı nedeniyle astronotların zarar görmesi engellenir.

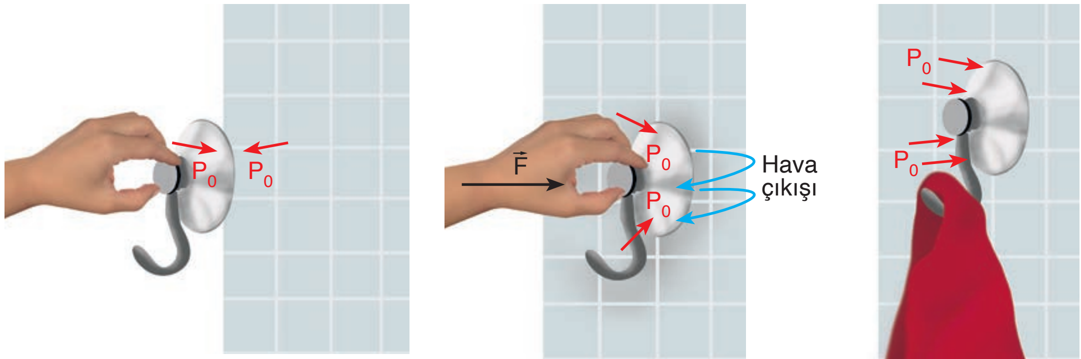


Günlük yaşamda atmosfer basıncının etkili olduğu birçok olay vardır. Vakumlanan kapların içeri doğru büzülmesi bu olaylardan biridir. Ağzı açık plastik veya teneke kapların içine ve dışına etki eden atmosfer basıncı birbirine eşittir ve birbirini dengeler. Kabın ağzı kapatılıp içindeki hava vakumlanırsa kabın içindeki gazın basıncı azalır. Kabın dışındaki atmosfer basıncı, içindeki gaz basıncından büyük hâle gelir. Atmosfer basıncının etkisiyle basınçlar eşitleninceye kadar kap dıştan içe doğru büzülür (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: *Vakumlanan kabın büzülmesi*

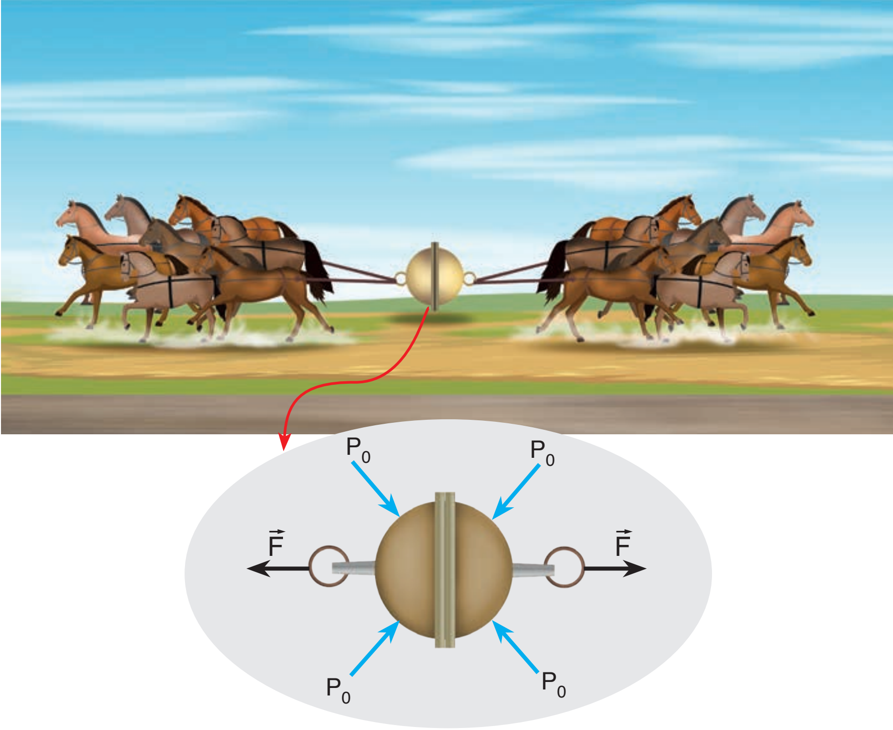
Vantuzlu askılar yapıştırıcı olmaksızın atmosfer basıncının etkisiyle yüzeylere yapışabilir. Bunun için askının vantuz kısmı yüzeye doğru iyice bastırılarak içindeki havanın çıkması sağlanır. Havası boşaltılmış vantuzda atmosfer basıncını dengeleyecek gaz basıncı olmayacağından atmosfer basıncı askıyı büyük bir kuvvetle yüzeye doğru iter. Böylece vantuzlu askı, yapıştırıcı olmaksızın yüzeylere yapışır (Şekil 2.21).



Şekil 2.21 *Atmosfer basıncı etkisiyle vantuzlu askının duvara yapışması*

İki özdeş yarım küre hava sızdırmayacak şekilde karşılıklı birleştirilip içindeki hava boşaltılırsa küreler birbirinden zor ayrılır. Bunun nedeni kürelerin dışına etki eden atmosfer basıncının küreleri dıştan içeri doğru büyük bir kuvvetle bastırmasıdır. Bu deney, atmosfer basıncının gücünü göstermek amacıyla ilk kez Otto von Guericke (Otto Fon Görike) tarafından Almanya'nın Magdeburg (Maktebork) şehrinde seyircilerin önünde yapılmıştır.

Magdeburg deneyinde havası boşaltılarak birleştirilen küreler, karşılıklı bağlanan on altı atın çekmesiyle ancak birbirinden ayrılabilmiştir (Şekil 2.22). Atmosfer basıncının etkilerini gözlemlemek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.



Şekil 2.22: *Magdeburg deneyinin temsilî resmi*



BİLGİ KUTUSU



Uçakların seyir irtifası 9 000 ila 13 000 metre aralığındadır. Deniz seviyesinden yukarı çıktıkça atmosfer basıncı ile oksijen miktarı da azaldığından bu yükseklik insan yaşamının devam etmesi için uygun değildir. Bu nedenle uçak yolculuklarında insanların yüksek irtifalarda hayatta kalabilmesini kabin basınçlandırma sistemi sağlar.

Kabin basınçlandırma sistemi seyir sırasında kabin içine dışarıdan sürekli hava gönderir. Böylece kabin içindeki hava sıkışarak kabin basınçlandırılır ve yolcular için yeterli oksijen sağlanır. Uçaklar seyir hâlindeyken kabin basıncında herhangi bir problem yaşanırsa yolcu koltuklarının üzerindeki bölmeden oksijen maskeleri düşer. Yolcular problem giderilinceye kadar yaşamları için gerekli oksijeni bu maskelerden sağlar.

 **ETKİNLİK (DENEY)**  

Etkinlik İsmi	**Atmosfer Basıncının Etkileri**	 2 Ders Saati  Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Atmosfer basıncının etkilerini gözlemleyebilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Su • Kâğıt peçete • Cam kap • Pamuk • Mum • Kibrit • Cam şişe • Kolonya • 2 adet özdeş cam bardak • Tam pişmiş ve kabuğu soyulmuş yumurta

Bilgi: Bu çalışmada sizden atmosfer basıncı ile ilgili bir deneyi grup çalışmasıyla yapmanız beklenmektedir. Grup üyeleri öğretmeniniz tarafından belirlenecektir. Yapılabilecek üç ayrı deney ve her deney için gerekli malzeme listesi aşağıda verilmiştir.

I. Malzeme Grubu: Cam şişe, tam pişmiş ve kabuğu soyulmuş yumurta, mum, kibrit.

II. Malzeme Grubu: Cam bardak, mum, cam kap, su, kibrit.

III. Malzeme Grubu: İki adet özdeş cam bardak, kâğıt peçete, kolonya, su, pamuk, kibrit.

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Bir malzeme grubu seçiniz.
2. Seçtiğiniz malzeme grubuyla atmosfer basıncının etkilerini gözlemlemeye yönelik bir deney tasarlayınız.
3. Malzemeleri kullanarak deney düzeneğini kurunuz ve deneyi yapınız.
4. Gözlemlerinizi kaydediniz.
5. Deneyde kullandığınız malzemeleri, deney sürecini ve deney sonucunu içeren kısa bir sunum yapınız.

Değerlendirme

1. Deney sürecinde gerçekleşen olayları atmosfer basıncı ile ilişkilendirerek açıklayınız.



2. Deneyde gözlemlediğiniz olayın günlük hayattaki karşılığı nedir? Örnekler veriniz.

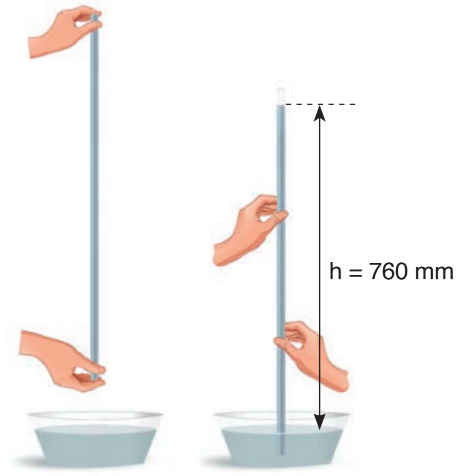


3. Deneyden ve çalışma sürecinden çıkardığınız sonuçlar nelerdir?

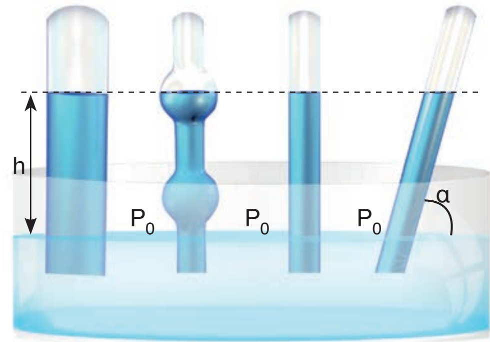


Atmosfer basıncı ilk kez İtalyan fizikçi Evangelista Torricelli (Evancelist Toriçelli) tarafından ölçülmüştür. Torricelli, bu amaçla deniz seviyesinde tamamen cıva doldurduğu bir ucu kapalı cam boruyu içine hiç hava kaçmayacak şekilde parmağıyla kapatıp, ters çevirerek cıva dolu çanağa batırmıştır (Şekil 2.23). Parmağını borunun ağzından çektiğinde cam borudaki cıva seviyesinin gitgide düştüğünü ve 760 mm seviyesinde dengelendiğini gözlemlemiştir. Cıva seviyesinin bu değerde dengelenmesinin sebebi, sıvı yüzeyi seviyesinde atmosfer basıncı ile cam borudaki cıva basıncının birbirine eşit olmasıdır. Deniz seviyesinde 0 °C'da 760 mm cıva sütunun basıncı 1 atmosfer basınç (atm) olarak tanımlanır. Torricelli deneyinde kullanılan cam borunun şekli, kesiti ya da sıvıya eğimli bir şekilde batırılması borudaki cıvanın dik yüksekliğini etkilemez (Şekil 2.24).

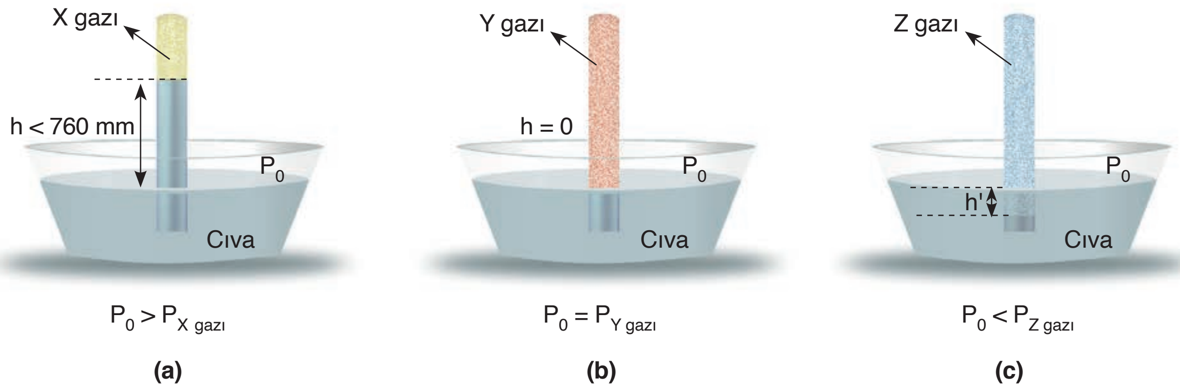
Torricelli deneyinde 1 atm basınç altında cam borudaki cıva 760 mm seviyesinde dengelenirken cam borunun içinde gaz olması durumunda farklı seviyelerde dengelenir. Borunun içindeki gazın basıncı atmosfer basıncından küçükse cıva dengesi Şekil 2.25.a'daki, atmosfer basıncına eşitse Şekil 2.25.b'deki, atmosfer basıncından büyükse Şekil 2.25.c'deki gibi olur.



Şekil 2.23: *Torricelli deneyi*



Şekil 2.24: *Torricelli deneyi*



$P_0 > P_{X\ gazı}$ **(a)** $P_0 = P_{Y\ gazı}$ **(b)** $P_0 < P_{Z\ gazı}$ **(c)**

Şekil 2.25: *Özdeş tüplerdeki basınçları farklı gazların cıva ile denge durumu*



YORUMLAYINIZ

Torricelli atmosfer basıncını ölçtüğü deneyde neden cıva kullanmıştır? Cıva yerine su kullanılması durumunda deneyin sonucu nasıl değişir?



Torricelli deneyinde sıvının boru içinde belli bir yükseklikte dengede kalması kılcallık olayıyla karıştırılmamalıdır. Torricelli deneyinde sıvı, atmosfer basıncının etkisiyle dengede kalırken kılcallık olayında adezyon, kohezyon ve ağırlık etkisiyle dengede kalır. Torricelli deneyinde borunun ucu kapalıdır ve borunun kalınlığı sıvının yüksekliğini etkilemez. Kılcallık olayında ise borunun ucu açıktır ve boru inceldikçe sıvının borudaki yüksekliği artar.

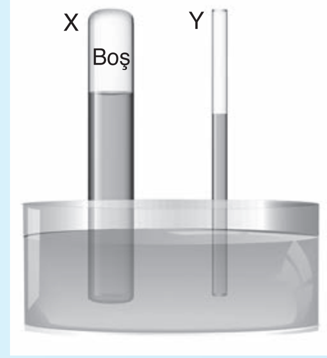


8. SIRA SİZDE

Bir ucu kapalı X tüpü ve iki ucu açık kılcal Y borusu aynı sıvıya daldırıldığında boruların içindeki cıvalar şekildeki gibi dengeye gelmektedir.

Buna göre X tüpü ve Y kılcal borusundaki sıvıların dengeye gelmesinde atmosfer basıncı, adezyon ve kohezyon niceliklerinden hangisi etkili olmuştur? Açıklayınız.





Atmosfer basıncını ölçen aletlere **barometre** denir (Görsel 2.13). Barometreler cıvalı ve metal barometreler olmak üzere ikiye ayrılır. Cıvalı barometrelerin çalışma ilkesi Torricelli deneyine dayanır. Günümüzde daha çok basınca duyarlı sensörlerle çalışan dijital barometreler kullanılmaktadır (Görsel 2.14).



***Görsel 2.13:** Barometre*



***Görsel 2.14:** Dijital barometre*

Atmosfer basıncı farkından yararlanarak deniz seviyesine göre yüksekliği ölçen aletlere **altimetre** denir (Görsel 2.15). Uçak, planör ve helikopter gibi hava araçlarının en önemli ölçüm aletlerinden birisi altimetredir. Ayrıca dağcılık ile uğraşan kişiler de altimetre kullanır. Deniz ve göllerde basınç farkından yararlanarak yüzeye göre derinliği ölçen aletlere de **batimetre** denir (Görsel 2.16).

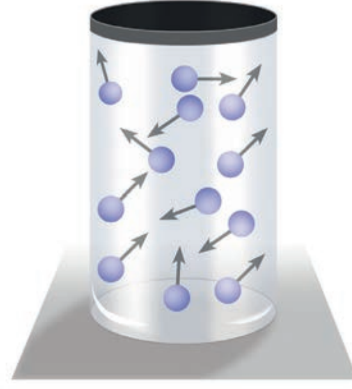


***Görsel 2.15:** Altimetre*



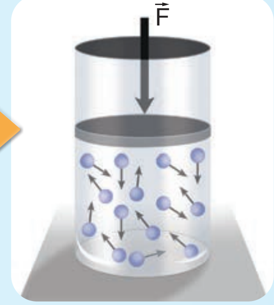
***Görsel 2.16:** Batimetre*

Kapalı kaptaki gazların ağırlığından kaynaklanan basınç, gazların hareketinden kaynaklanan basınca göre çok küçük olduğundan ihmal edilebilir. Bu nedenle kapalı kaplardaki gazın basıncını oluşturan temel etki gazların hareketidir (Şekil 2.26). Gazların basıncı gazın hacmine, sıcaklığına ve tanecik sayısına bağlı olarak değişir.



Şekil 2.26: *İçinde gaz molekülleri bulunan kapalı kap*

Kapalı kaptaki gaz sıcaklığı sabit tutulmak şartıyla bir piston yardımıyla gaz daha küçük bir hacme sıkıştırılırsa tanecikler bulundukları kabın yüzeyine daha fazla çarpar. Bu da gazın basıncının artmasına neden olur. Kapalı kaptaki gazın basıncı hacimle ters orantılıdır (Şekil 2.27).



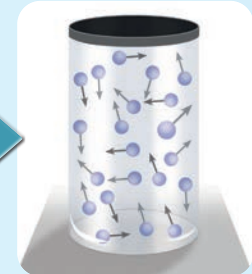
Şekil 2.27: *Kapalı kapta sıkıştırılan gaz*

Kapalı kaptaki gazın hacmi sabit tutulmak şartıyla gazın sıcaklığı artırılırsa taneciklerin hızı ve kinetik enerjisi artar. Kabın birim yüzeyine birim zamanda çarpan tanecik sayısı artacağından kaptaki gazın basıncı artar. Kapalı kaptaki gazın basıncı sıcaklıkla doğru orantılıdır (Şekil 2.28).



Şekil 2.28: *Kapalı kapta ısıtılan gaz*

Hacmi ve sıcaklığı sabit tutulmak şartıyla kapalı kaptaki gazın miktarı artırılırsa kabın yüzeyine çarpan tanecik sayısı artar. Bu da gazın basıncını artırır. Kapalı kaptaki gazın basıncı tanecik sayısıyla doğru orantılıdır (Şekil 29).



Şekil 2.29: *Fazla miktarda gaz bulunan kapalı kap*

Günlük hayatta gaz basıncının sıcaklık, hacim ve molekül sayısıyla değişimine ait birçok örnek vardır. Bu örneklerden birkaçı aşağıdaki görsellerde verilmiştir (Görsel 2.17, Görsel 2.18 ve Görsel 2.19).



Görsel 2.17: *Bisiklet tekeri*

Sıcak yaz aylarında belli bir basınca ayarlanan bisiklet tekerleklerinin soğuk ortamdayken basıncı bir miktar azalır. Bunun nedeni tekerleklerin içindeki havanın sıcaklığının azalmasıdır.



Görsel 2.18: *Esnek balon*

Şişirilmiş bir balon sıkıştırıldığında içinde bulunan havanın hacmi azalır. Daha küçük hacme sıkışan havanın basıncı artar ve balonun yüzeyi daha gergin hâle gelir. Balon daha fazla sıkıştırılırsa artan iç basınç balonu patlatır.



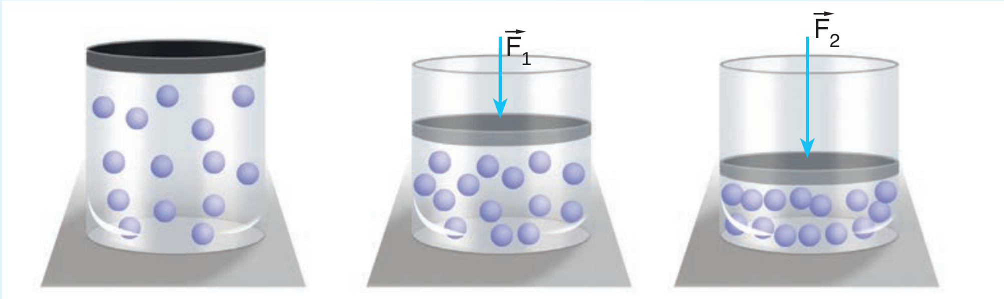
Görsel 2.19: *Futbol topu*

Bir futbol topuna pompa yardımıyla hava basıldığında topun içinde bulunan gazın tanecik sayısı artar. Böylece futbol topundaki gazın basıncı artar ve topun yüzeyi gerilir.



ÖRNEK

Üzerinde ağırlığı önemsiz, sızdırmaz ve hareketli piston bulunan V hacimli kap gazla doludur (Şekil I). Pistona sırasıyla F_1 ve F_2 büyüklüğünde kuvvetler uygulanarak kabın hacmi önce $\frac{2V}{3}$ e (Şekil II) sonrasında ise $\frac{V}{3}$ e düşürülüyor (Şekil III).



Şekil I　　Şekil II　　Şekil III

Buna göre Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki kaplarda bulunan gazların P_1, P_2 ve P_3 basınçları arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

Gazların basıncı hacmi ile ters orantılı olarak değişir. Buna göre Şekil I'deki V hacmindeki gazın basıncı P_1 olsun. Şekil II'de gazın hacmi $\frac{2V}{3}$ e düştüğü için basıncı (P_2) artarak P_1 den daha fazla olur. Şekil III'te ise gazın hacmi $\frac{V}{3}$ e düşürüldüğünde basıncı (P_3) P_2 den daha fazla olur. Bu durumda bu basınçlar arasındaki ilişki $P_1 < P_2 < P_3$ şeklinde olur.

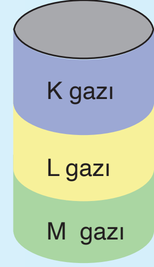


9. SIRA SİZDE

K, L ve M gazları esnek zarlarla bölümlendirilmiş kapta şekildeki gibi dengededir.

Buna göre gazların basınçları P_K, P_L ve P_M arasındaki ilişki nedir?
(Gazların ağırlığını ve esnek zarın gerilme kuvvetini ihmal ediniz.)







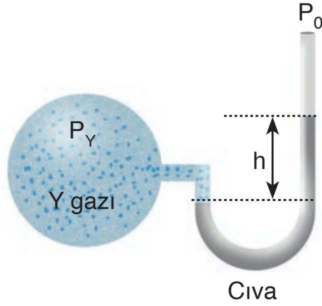
YORUMLAYINIZ

Deodorantların, metal kutudaki sinek ve böcek ilaçlarının yaz aylarında araç içinde bırakılması ya da ateşe atılması neden tehlikelidir? Yorumlayınız.

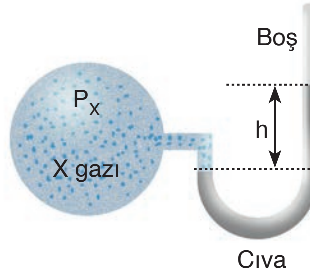




Kapalı kaptaki gaz ya da bir boru içindeki sıvının basıncını ölçmek için kullanılan araçlara **manometre** denir. Manometreler sıvılı ya da metal olmak üzere ikiye ayrılır. Sıvılı manometreler açık uçlu ya da kapalı uçlu olarak üretilir (Şekil 2.30, Şekil 2.31).



Şekil 2.30: *Açık uçlu sıvılı manometre*



Şekil 2.31: *Kapalı uçlu sıvılı manometre*

Metal manometreler; ısıtma sistemlerinin kazanlarında, LPG, yangın söndürme ve oksijen tüpleri gibi cihazlarda tüp içindeki gaz basıncını ölçmek için kullanılır (Görsel 2.20 ve Görsel 2.21).



Görsel 2.20: *Metal manometre*



Görsel 2.21: *Hastanelerin oksijen sisteminde kullanılan manometre*



10. SIRA SİZDE

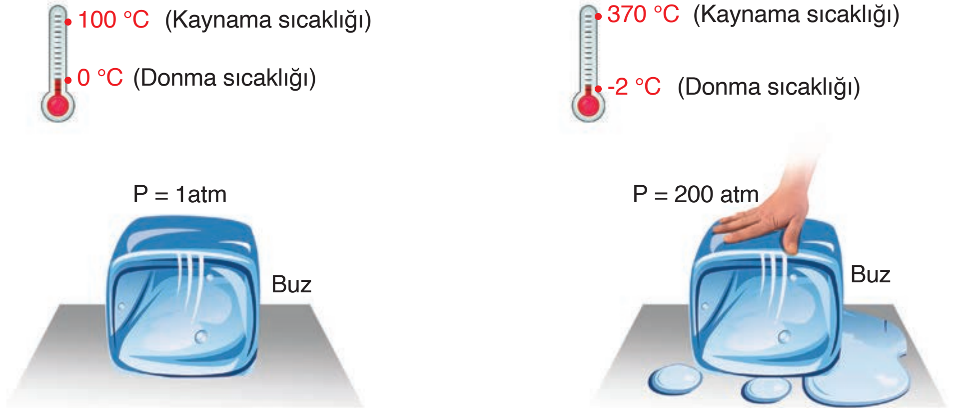
Çeşitli mesleklere sahip kişilerin yaptığı işler ve ölçüm aletleri tabloda verilmiştir.

Meslek	Ölçüm Aleti			
	Barometre	Altimetre	Batimetre	Manometre
Gemi batığını inceleyen bir dalgıç				
Seyir haritasını kontrol eden bir denizaltı subayı				
Dağlarda yetişen endemik bir bitki türünü kayda alan biyolog				
Yangın söndürme tüpünün standartlara uygunluğunu denetleyen bir teknisyen				
Hava tahminleri yapan bir meteorolog				

Buna göre tablodaki işleri yapan kişilerin kullanabileceği ölçüm aletinin kutucuğunu işaretleyiniz.

2.1.4. Basıncın Hâl Değişimine Etkisi

Katı hâlden sıvı hâle geçerken hacmi azalan maddelerde (bizmut, antimon ve buz) maddenin üzerine etki eden basıncın artması donma sıcaklığını düşürür, kaynama sıcaklığını yükseltir. Örneğin 1 atm basınç altında (deniz seviyesi) 0 °C'da donan ve 100 °C'da kaynayan su, 200 atm basınç altında yaklaşık - 2 °C'da donar ve 370 °C'da kaynar (Şekil 2.32).



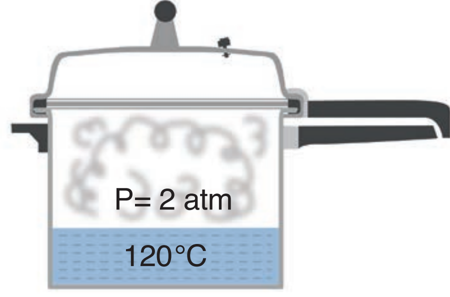
Şekil 2.32: *Basıncın artmasının donma ve kaynama sıcaklığına etkisi*



Görsel 2.22: *Basınç etkisiyle karların erimesi*

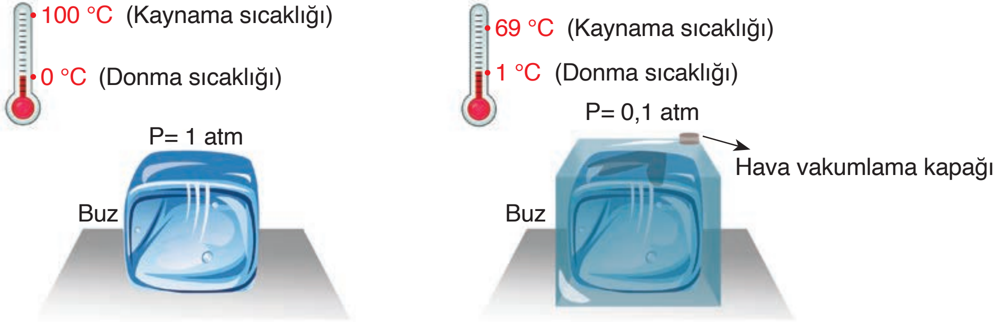
Kışın karlı yollarda araç lastiklerinin yere temas ettiği kısımlardaki karların erimesi basıncın hâl değiştirme sıcaklığına etkisi sayesindedir. Araç lastiklerinin buza temas ettiği yerlerde aracın ağırlığı nedeniyle basınç oluşur. Bu basınç 0 °C'un altındaki hava sıcaklığında bile kar ve buzların erimesini sağlar (Görsel 2.22).

Düdüklü tencerelerde yemeklerin kısa sürede pişmesi yine basınç etkisiyledir. Düdüklü tencereler sızdırmaz kapak yapıları sayesinde sıvı buharını hapseder. Sabit hacimde sıvının sıcaklığının artması tencerenin içindeki buharın basıncını yaklaşık 2 atm, suyun kaynama sıcaklığını da yaklaşık 120 °C değerine yükseltir (Şekil 2.33). Bu durumda düdüklü tencere içindeki su 120 °C sıcaklığa kadar sıvı hâlde kalabilir. Bu sayede düdüklü tencereler yemeği normal tencerelere göre daha kısa sürede pişirir ve enerji tasarrufu sağlar.



Şekil 2.33: *Düdüklü tenceredeki basınç ve suyun kaynama sıcaklığı*

Suyun üzerine uygulanan basıncın azalması ise donma sıcaklığının yükselmesine, kaynama sıcaklığının düşmesine neden olur. 1 atm basınç altında (deniz seviyesi) 0 °C'da donan ve 100 °C'da kaynayan su, 0,1 atm basınç altında yaklaşık 1 °C'da donar ve 69 °C'da kaynar (Şekil 2.34).



Şekil 2.34: *Basıncın azalmasının donma ve kaynama sıcaklığına etkisi*

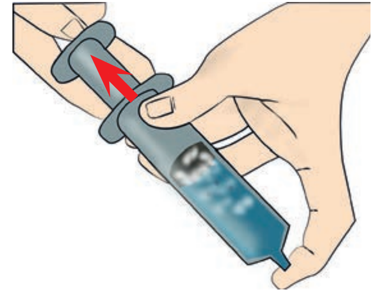
Bakır, alüminyum ve gümüş gibi katı hâli erirken hacmi artan maddelerde basıncın artması erime ve kaynama sıcaklığını yükseltir; basıncın azalması ise erime ve kaynama sıcaklığını düşürür.



YORUMLAYINIZ

İçine bir miktar su çektiğiniz şırınganın ucunu hava almayacak şekilde kapatıp pistonu kendinize doğru çekerseniz suyun kaynamaya başladığını görürsünüz.

Isı kaynağı olmadan gerçekleşen bu kaynama olayını nasıl açıklarsınız? Yorumlayınız.





2.1.5. Akışkanlarda Akış Sürati ile Akışkan Basıncı Arasındaki İlişki

Akışkan; kendine özgü belirli bir şekli olmayan, içinde bulunduğu kabın şeklini alan, üzerine uygulanan basınçtan etkilenen gaz ya da sıvı hâldeki maddelerin genel adıdır. Hareket hâlindeki gazların ve sıvıların oluşturduğu basınca da **akışkan basıncı** denir. Akışkanların dinamiği konusunda çalışmalar yapan İsviçreli bilim insanı Daniel Bernoulli (Danyel Bernuli), sürtünmesiz ortamda hareket eden akışkanların akış süratleri ile basınçları arasında bir ilişki olduğunu fark etti. Bernoulli, akışkanın sürati ve basıncı arasındaki ilişkiyi "Akışkanın yüksek akış süratine sahip olduğu noktadaki basıncı, daha düşük akış süratine sahip olduğu noktadaki basıncından küçüktür." şeklinde ifade etti. Bu ifade günümüzde **Bernoulli İlkesi** olarak bilinir. Akışkanlarda Bernoulli İlkesi'ni incelemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Akışkanlarda Akış Sürati ile Akışkan Basıncı Arasındaki İlişki**
Etkinliğin Amacı	**Akışkanlarda akış sürati ile akışkan basıncı arasındaki ilişkiyi yorumlayabilme.**

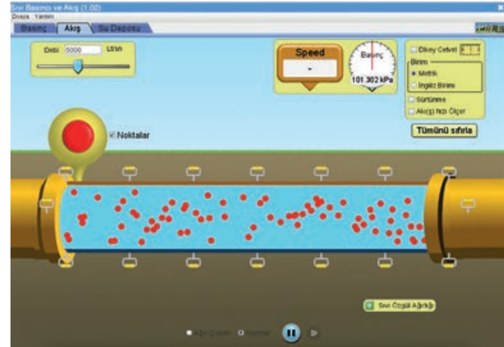
1 Ders Saati — Bireysel Çalışma

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Bilgisayar
- Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.



1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız.
2. Simülasyondaki "Akış" sekmesini seçiniz. "Speed" [sipid (sürat)] ve "Basınç" ölçüm araçlarını yan yana olacak şekilde akışkanın aktığı boru içine taşıyınız. Sürat ve basınç ölçüm araçlarının gösterdiği değerleri not alınız.



3. Kolları kullanarak farklı kalınlıklarda boru kesitleri oluşturunuz. Oluşturduğunuz kesitlerdeki akışkan hızı ve basıncını ölçerek notlar alınız.

Değerlendirme

1. Akışkanın aktığı borunun kesiti ile akışkanın sürati arasındaki ilişki nedir?

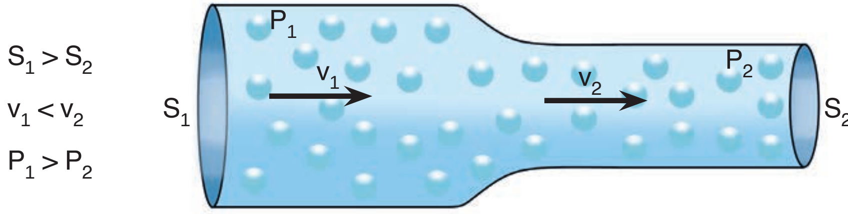


2. Akışkanın sürati ile basıncı arasındaki ilişki nedir?



Etkinlikte görüldüğü gibi akışkanın hareket ettiği (aktığı) bölgenin kesiti azaldıkça akış sürati artar. Akış süratinin arttığı bölgelerde ise akışkanın temas ettiği yüzeylere uyguladığı basınç azalır (Şekil 2.35).

$S_1 > S_2$
$v_1 < v_2$
$P_1 > P_2$

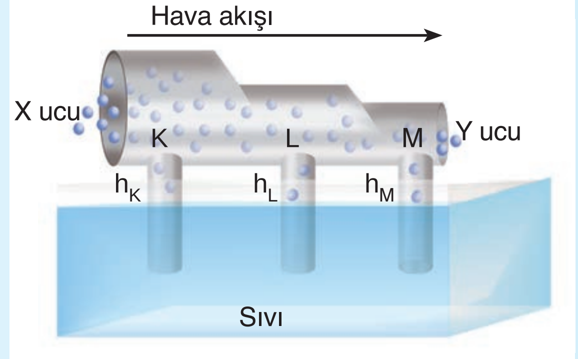


Şekil 2.35: *Bernoulli İlkesi'nin model üzerinde gösterimi*



ÖRNEK

X ucundan Y ucuna doğru gittikçe daralan ve K, L, M bölümlerinden oluşan borunun X ucundan Y ucuna doğru hava pompalanıyor.



Buna göre birer ucu K, L ve M bölümlerine takılan, diğer uçları sıvıda olan tüp şeklindeki borulardaki sıvı yükseklikleri h_K, h_L ve h_M arasındaki arasındaki ilişki nedir?



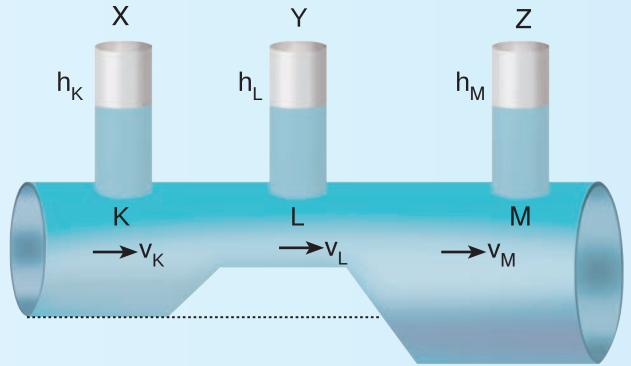
ÇÖZÜM

Bernoulli İlkesi'ne göre akışkanların süratinin arttığı yerde basıncı azalır. Bu durumda K, L ve M bölgelerinde sıvının akış sürati arasında $v_M > v_L > v_K$ ilişkisi olur. Akışkan basıncı ile akışkan sürati ters orantılı olduğundan bu bölgelerdeki akışkan basıncı arasındaki ilişki $P_K > P_L > P_M$ şeklindedir. O hâlde borulardaki sıvı yükseklikleri arasındaki ilişki $h_K < h_L < h_M$ şeklinde olur.



11. SIRA SİZDE

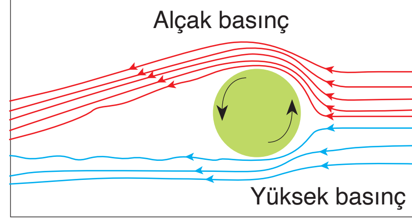
Farklı kesitlere sahip bir borudaki sıvı akışı gösterilmiştir. Boruların üzerine aynı çapta açılan deliklere aynı malzemeden yapılmış ve aynı çapta yeterince uzun borular yerleştirilmiştir.



Buna göre K, L ve M bölgelerinde sıvının akış süratleri v_K, v_L ve v_M ile X, Y ve Z borularındaki sıvı yükseklikleri h_K, h_L ve h_M arasındaki ilişki nedir?



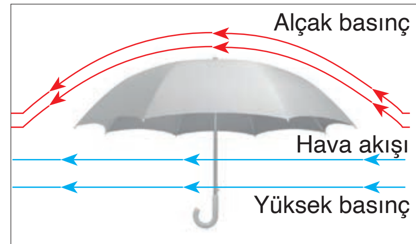
Günlük hayatta Bernoulli İlkesi'nin etkili olduğu birçok olay vardır. Futbolcular veya tenisçiler rakiplerinin müdahalesini engellemek için topa havada yön değiştirecek şekilde vururlar (Şekil 2.36 ve Görsel 2.23). Bu teknikte sporcu vuruş esnasında topa dönüş kazandırır. Dönerek ilerleyen topun bir tarafındaki havanın sürati artarken diğer tarafındaki havanın sürati azalır. Bernoulli İlkesi gereği sürati artan havanın olduğu tarafta topa etki eden hava basıncı diğer taraftaki hava basıncından daha azdır. Oluşan basınç farkı topun havada izlediği yörüngeyi değiştirerek rakip oyuncuları şaşırtır.



Şekil 2.36: *Dönerek ilerleyen tenis topu*


Görsel 2.23: *Yön değiştiren futbol topu*

Günlük hayatta Bernoulli İlkesi'nin olumsuz etkileri de görülür. Rüzgârlı bir havada açık olan şemsiyenin ters dönmesi buna bir örnektir. Bombeli olan şemsiyenin üstünden akan hava molekülleri ile altından akan hava molekülleri farklı uzunluktaki yolları aynı sürede alır. Bu nedenle üstten akan havanın sürati alttan akana göre daha büyüktür (Şekil 2.37). Şemsiyenin altındaki basınç, üstündeki basınca göre daha fazla olacağından şemsiyeyi yukarı doğru iter ve şemsiyenin ters dönmesine neden olur (Görsel 2.24).

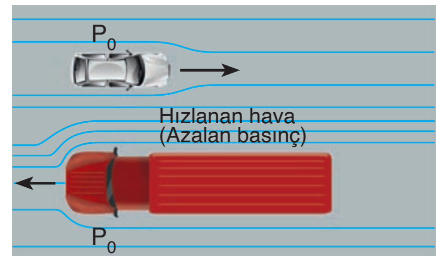


Şekil 2.37: *Şemsiyenin üst ve altından akan havanın aldığı yol*


Görsel 2.24: *Rüzgârlı havada şemsiyenin ters dönmesi*

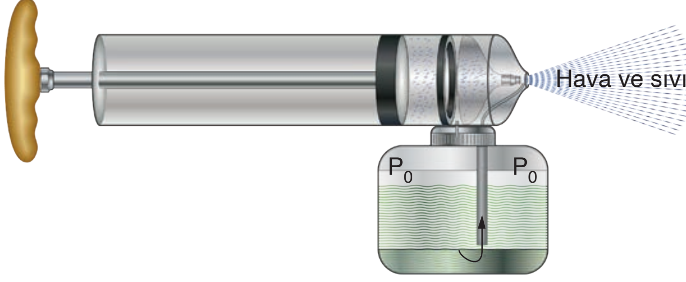
Otoyolda birbirine doğru hareket eden araçlar yan yana geldiğinde birbirine doğru çekilir (Görsel 2.25). Bunun nedeni araçların arasında kalan havanın süratinin artmasıdır. Sürati artan havanın basıncı düşer. Araçların birbirine bakmayan yüzeylerine etki eden basınç, araçlar arasındaki havanın basıncından daha büyük olacağından araçlar birbirine yaklaşır (Şekil 2.38). Otobüs, tren, metro gibi araçların geçtikleri yolların kenarında duran kişiler için de benzer bir etki oluşacağından bu durum ölümcül kazalara yol açabilir. Bu nedenle yüksek hızlı araçların güzergâhlarında yola yakın durmamak gerekir.


Görsel 2.25: *Hareket hâlindeki iki araç*



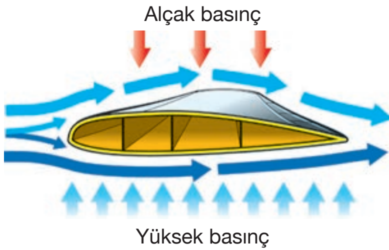
Şekil 2.38: *Araçlar arasındaki hava akışı*

Günümüzde parfüm şişesi, ilaçlama ve boya makinelerinde kullanılan atomizer püskürtücüler, uçak kanatları ve yelkenliler Bernoulli İlkesi temel alınarak tasarlanmıştır. Atomizer püskürtücüde hava pompası yardımıyla şişenin ağız kısmındaki borunun ucuna hava pompalanır. Havanın yüksek hızda akışı borunun üzerinde düşük basınçlı bir bölge oluşturur. Böylece borunun ucundaki basınç şişenin içindeki sıvıya etki eden atmosfer basıncıdan küçük olur. Basınç farkından dolayı sıvı, boru içinde yükselerek boru ucundan havayla birlikte püskürür (Şekil 2.39).



Şekil 2.39: *İlaçlama pompası*

Uçakların havalanması ve dengeli bir şekilde uçabilmesi Bernoulli İlkesi etkisiyledir. Uçak kanatları altı düz, üstü eğimli olacak şekilde tasarlanır (Şekil 2.40). Aslında uçağın kalkmasını sağlayan da bu küçük tasarım farklılığıdır. Uçak kalkış için hızlanırken kanadının üstü eğimli olduğu için kanadın üstünden geçen hava, altından geçen havadan daha süratli olur. Dolayısıyla kanadın üstünden geçen hava basıncı kanadın altındaki basınçtan daha küçük hâle gelir. Uçak kalkış sırasında belli bir hıza ulaştığında kanadın altındaki basınç uçağı kaldıracak kadar güçlü olur ve uçak havalanır (Görsel 2.26). Uçak havada hareket ederken de bu basınç dengesini koruyacak şekilde kanatların arka kenarında bulunan perdelerin açısı ayarlanır.



Şekil 2.40: *Uçak kanadı kesiti*



Görsel 2.26: *Uçağın havalanması*



BİLGİ KUTUSU

Şişirilmiş iki balon birbirine temas etmeyecek şekilde tavana asılıp aralarına üflendiğinde balonların birbirine yaklaştığı görülür. Bunun nedeni balonlar arasında sürati artan havanın alçak basınç bölgesi oluşturmasıdır. Bernoulli İlkesi'ne göre balonların dış kısımlarındaki atmosfer basıncı balonların arasındaki basınçtan büyük olur. Böylece balonlar dıştan birbirlerine doğru itilir.





ETKİNLİK (PROJE)

Etkinlik İsmi	**Bernoulli İlkesi'yle Açıklanabilecek Günlük Yaşam Örnekleri**
Etkinliğin Amacı	**Bernoulli İlkesi'nin etkili olduğu olayları açıklayabilme.**

 2 Ders Saati  Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?

- Bilgisayar
- Genel ağ

Bilgi: Bu etkinlikte grup çalışmasıyla aşağıda verilen konuları araştırmanız ve bu olayları Bernoulli İlkesi'yle açıklayacağınız bir video çekmeniz beklenmektedir. Hangi konu üzerinde çalışacağınızı öğretmeniniz belirleyecektir. Video çekeceğiniz konular aşağıda sıralanmıştır.

- Fırtınalı havalarda çatıların uçması, pencere ve kapıların çarpması
- Damarlarda tansiyon olayı ve tansiyonun, tansiyon aletiyle ölçümü
- Binalardaki baca sistemlerinin dumanı çekmesi
- Golf, tenis ve futbol topunun yüzey özellikleri ve dönüş hareketinin topun havadaki yörüngesine etkisi

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Konu ile ilgili bildiklerinizi grubunuzla paylaşınız. Bilmediğiniz, merak ettiğiniz ve araştırmaya ihtiyaç duyduğunuz konuları belirleyip konuyla ilgili notlar alınız.
2. Konuyu araştıracağınız kaynakları belirleyiniz. Genel ağ ortamında araştırma yapacaksanız anahtar kelimeleri ya da konu başlıklarını belirlemek işinizi kolaylaştıracaktır. Basılı kaynak kullanacaksanız hangi kaynaklardan yararlanacağınıza karar vermeniz araştırma sürecini hızlandırır.
3. Araştırmalarınızı yaparak notlar alınız.
4. Notlarınızı grubunuzla paylaşarak, videoda kullanacağınız bilgileri derleyip video metnini oluşturunuz.
5. Size verilen konu hakkında 3 dakikalık video hazırlayarak sınıf arkadaşlarınıza sununuz. Sunum sonunda çektiğiniz video dosyasını öğretmeninize teslim ediniz.

Değerlendirme

1. İzlediğiniz videolar içinde en beğendiğiniz çalışma hangisiydi? Neden?



2. Kendi videonuzu tekrar çekecek olsaydınız nelere dikkat ederdiniz?



3. Video yönteminin konuyu anlatma ve anlamadaki faydaları hakkında ne düşüyorsunuz? Açıklayınız.



4. Videonuzu paylaşacak olsanız hangi yaş ya da meslek grubuna izletmek isterdiniz? Neden?



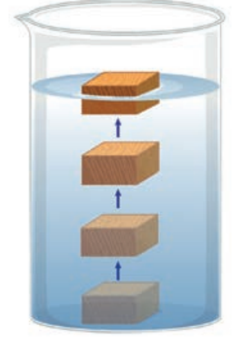
2.2. KALDIRMA KUVVETİ

Tamamen su içinde bulunan bir cismin ağırlığı suyun dışındaki ağırlığına göre daha az hissedilir. Örneğin su içindeki bir cisim rahatlıkla taşınabilirken suyun dışındayken zor taşınır (Şekil 2.41). Oysa kütlesi olan her şey yer çekimi etkisiyle aşağı yani Dünya'nın merkezine doğru çekilir. Bu çekim kuvveti, o cismin ağırlığına eşit olup sadece cismin kütlesi ve bulunduğu konumun çekim ivmesine bağlıdır. Cismin sıvı içinde olması ağırlığını değiştirmez. Bu durumda su içindeki cismi daha rahat taşımanın sebebi, su tarafından cisme etkiyen yukarı yönlü bir başka kuvvetin varlığıdır.



Şekil 2.41: *Su içinde ve dışında cismin taşınması*

Sıvı içine batırılan tahta parçasına sıvı tarafından cismin ağırlığının zıt yönünde bir kuvvet uygulanır. Tahta parçası bu iki kuvvet dengeleninceye kadar sıvı yüzeyine doğru hareket eder ve kuvvetlerin dengelendiği konumda hareketsiz kalır (Şekil 2.42).



Şekil 2.42: *Yüzeye doğru hareket eden tahta parçası*

Dalgıçların suyun içinde rahatlıkla hareket edebilmeleri, kendi ağırlıkları ile su tarafından uygulanan kaldırma etkisinin dengelemesi sonucunda gerçekleşir (Görsel 2.27). Balıklar, vücutlarındaki hava kesecikleri yardımıyla sıvının kendilerine uyguladığı kaldırma etkisini azaltıp arttırarak su içindeki konumlarını ayarlayabilir (Görsel 2.28).

Küçük kütleli ahşap teknelerden tonlarca kütleye sahip gemilere kadar denizde yolculuk ve yük taşıma amaçlı kullanılan tüm araçların yüzebilmesi, yine sıvının bu cisimlere uyguladığı yukarı yönlü kuvvet sayesindedir (Görsel 2.29).



Görsel 2.27: *Dalgıç*



Görsel 2.28: *Balık*



Görsel 2.29: *Sandal*

Sıvılar gibi akışkanlar sınıfında yer alan gazlar da temas ettikleri cisimlere yukarı yönlü bir kaldırma kuvveti uygular. Örneğin sıcak hava balonlarının veya içi helyum gazıyla doldurulmuş plastik balonların atmosferde yükselmesi havanın balona uyguladığı yukarı yönlü kaldırma kuvveti etkisiyledir (Görsel 2.30). Sıvıların kaldırma kuvvetini gözlemlemek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.



Görsel 2.30: *Uçan balonlar*



ETKİNLİK (DENEY)



Etkinlik İsmi	**Sıvı İçindeki Cisimlere Etkiyen Kaldırma Kuvveti**
Etkinliğin Amacı	**Sıvıların cisimlere uyguladığı kaldırma kuvvetini kavrayabilme.**

2 Ders Saati Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Dinamometre
- Suda erimeyen ve batabilen bir cisim
- Taşırma kabı
- Boş kap
- İnce ip
- Dereceli silindir
- Su

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Dinamometre kullanarak cismin havadaki ağırlığını tartınız. Dinamometrenin gösterdiği değeri tablonun ilgili kısmına yazınız (G_1).



2. Taşırma kabına taşma seviyesine kadar su doldurunuz. Taşan suyun toplanması için taşırma kabının akma borusu altına boş kabı yerleştiriniz.

3. Dinamometreye bağlı cismi yavaş yavaş suya daldırınız. Cisim suya batarken dinamometrenin gösterdiği değere ve değerin değişimine dikkat ediniz. Cisim, kap tabanına temas etmeyecek şekilde tamamen suya battığında dinamometrenin gösterdiği değeri tablonun ilgili kısmına yazınız (G_2).



4. Taşan suyun hacmini dereceli silindir ile ölçerek m^3 cinsinden tablonun ilgili kısmına yazınız (V).

5. Taşan sıvının kütlesini tartıp ağırlığını hesaplayarak tablonun ilgili kısmına yazınız (G_{TS}).

(d_{su} = 1000 kg/m^3 ve g = 10 m/s^2 alınız.)

Büyüklükler	Değerler
Havadaki cismin dinamometrede ölçülen değeri (G_1)	
Sudaki cismin dinamometrede ölçülen değeri (G_2)	
Taşan suyun hacmi (V)	
Taşan suyun ağırlığı (G_{TS})	

Değerlendirme

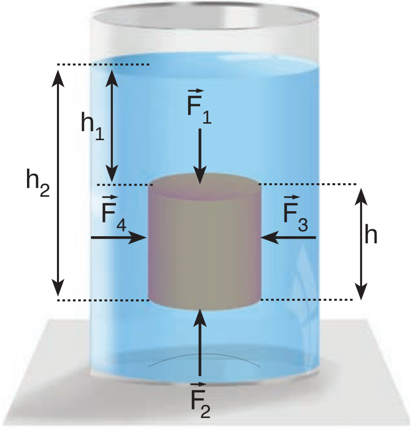
1. Havadaki ve sudaki cismin dinamometrede ölçülen değerleri arasındaki farkın sebebi nedir?



2. Cismin bir kısmının suya girmesinden tamamının suya batmasına kadar dinamometrenin gösterdiği değer nasıl değişir? Bu durumu nasıl yorumlarsınız?



Sıvı içindeki bir cisme sıvı tarafından ağırlığının zıt yönünde uygulanan kuvvete **kaldırma kuvveti** denir. Kaldırma kuvveti sıvı içindeki cisme etki eden basınç kuvvetlerinin bileşkesidir.



Şekil 2.43: *Sıvıya bırakılan katı bir cisme etkiyen basınç kuvvetleri*

Şekil 2.43'te sıvı içine batırılmış silindir şeklinde katı bir cisim görülmektedir. Cismin daha derinde olan alt yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvveti ($\vec{F}_2$), üst yüzeyine etki eden sıvı basınç kuvvetinden ($\vec{F}_1$) büyüktür. Yan yüzeylere etki eden sıvı basınç kuvvetleri ($\vec{F}_3$ ve $\vec{F}_4$) ise zıt yönlü ve büyüklükleri eşit olup bileşkeleri sıfırdır. Buna göre cismin alt ve üst yüzey alanı S, sıvının özkütlesi d_s ve sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvveti $\vec{F}_k$ olmak üzere

$F_k = F_2 - F_1 = (h_2 \cdot d_s \cdot g \cdot S) - (h_1 \cdot d_s \cdot g \cdot S)$

$F_k = (h_2 - h_1) \cdot d_s \cdot g \cdot S$ olur.

$h = (h_2 - h_1)$ olup cismin yüksekliğidir.

Cismin sıvı içinde kalan hacmi

$V_b = h \cdot S$ olur.

Buna göre sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinin matematiksel modeli aşağıdaki gibi olur.



MATEMATİKSEL MODEL

$\mathbf{F_k = V_b \cdot d_s \cdot g}$

F_k : Sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvveti (N)

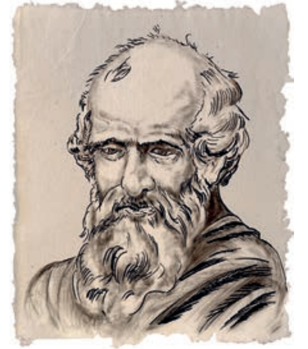
V_b : Cismin sıvı içinde kalan hacmi (m^3)

d_s : Sıvının özkütlesi (kg/m^3)

g : Yer çekimi ivmesi (N/kg)

Taşma seviyesine kadar sıvı dolu kabın içine katı bir cisim bırakıldığında kaptan taşan sıvının hacmi cismin batan hacmi kadar olur. Taşan sıvının ağırlığı aynı zamanda sıvının cisme uyguladığı kaldırma kuvvetine eşittir. Bu durum, MÖ 287-212 yılları arasında yaşamış bilim insanı Archimedes (Arşimet) tarafından fark edilmiş ve yorumlanmıştır (Görsel 2.31). Bu nedenle sıvıların kaldırma kuvvetini açıklayan ilkeye **Archimedes İlkesi** denir. Bu ilkeye göre kısmen veya tamamen sıvıya batan cismin üzerine etkiyen kaldırma kuvvetinin büyüklüğü cisim nedeniyle yer değiştiren sıvının ağırlığına eşittir.

Archimedes İlkesi başta gemilerin tasarımı ve yük taşıma kapasitelerinin hesaplanması olmak üzere birçok alanda kullanılır. Geometrik olmayan cisimlerin özkütlelerinin hesaplanmasında da Archimedes İlkesi'nden yararlanılır.



Görsel 2.31
Archimedes (Temsilî)



BİLGİ KUTUSU

İnsan vücudunun yoğunluğunun ve vücuttaki yağ yüzdesinin hesaplanmasında kullanılan hidrostatik tartımda Archimedes İlkesi'nden yararlanılır. Hidrostatik tartı aynı zamanda su altı kütle tartımı olarak da adlandırılır. Bu yöntem bilim insanları tarafından oldukça güvenilir kabul edilen bir yöntemdir.

Bu yöntemde öncelikle kişinin akciğer hacim ölçümü yapılır. Sonrasında ise kişinin kütlesi ölçülür. Son olarak kişinin tüm nefesini vermesi istenerek bütün vücudu su altında kalacak şekilde suya batırılıp sudaki ağırlığı (suda kişiye etkiyen net kuvvet) ölçülür. Bu son ölçüm üç kez tekrarlanarak ölçümlerin ortalaması alınır. Bulunan değerler matematiksel bir bağıntıyla hesaplanarak kişinin vücut yoğunluğu bulunur.

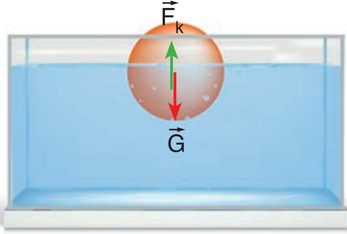


Sıvı İçine Bırakılan Cisimlerin Durumu

Sıvı içine bırakılan cisimlerin durumunu cismin ve sıvının özkütlesi belirler. Cisim sıvı içine tamamen batırılıp serbest bırakıldığında üzerine etkiyen kuvvetler dengeye gelinceye kadar cisim ya bir kısmı sıvı yüzeyine çıkacak şekilde yüzer ya bırakıldığı konumda kalır ya da kap tabanına batar.

a) Yüzen Cisimler

Sıvı içine bırakılan bir cisim, hacminin bir kısmı sıvı dışında kalacak şekilde dengeye geliyorsa bu cisim için "Yüzüyor." denir.



Şekil 2.44: *Yüzen cisme etkiyen kuvvetler*

Yüzme şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesinden küçük olmasıdır. Cisim sıvı içinde dengede olduğuna göre cismin ağırlığı (G), sıvının kaldırma kuvvetinin büyüklüğüne (F_k) eşittir (Şekil 2.44). Buna göre

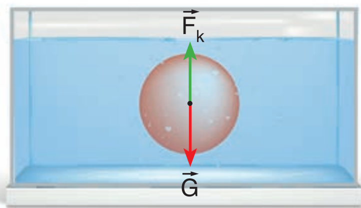
$G = F_k$

$m \cdot g = V_b \cdot d_s \cdot g$

$d_c \cdot V_c = V_b \cdot d_s$ eşitliğine ulaşılır.

b) Askıda Kalan Cisimler

Sıvı içine bırakılan bir cisim, tüm hacmi sıvı içinde kalacak şekilde yüzeye temas etmeden dengede kalabiliyorsa bu cisim için "Askıda kalıyor." denir. Askıda kalan cisimler, tamamı sıvı içinde kalmak şartıyla sıvıda nereye bırakılırlarsa orada dengede kalır.



Şekil 2.45: *Sıvı içinde askıda kalan cisme etkiyen kuvvetler*

Askıda kalma şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesine eşit olmasıdır. Cisim sıvı içinde dengede olduğuna göre cismin ağırlığı sıvının kaldırma kuvvetinin büyüklüğüne eşittir (Şekil 2.45).

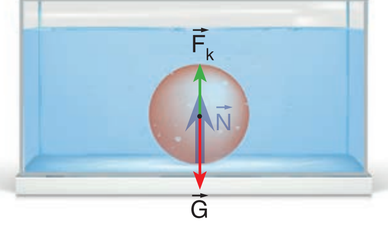
$G = F_k$

$m \cdot g = V_b \cdot d_s \cdot g$

$d_c \cdot V_c = V_b \cdot d_s$ eşitliğine ulaşılır.

c) Batan Cisimler

Sıvı içine bırakılan bir cisim, kabın tabanına temas edecek şekilde dengede kalıyorsa bu cisim için sıvıda "Batıyor." denir.



Şekil 2.46: *Sıvı içinde batan cisme etkiyen kuvvetler*

Batma şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesinden büyük olmasıdır. Cisim sıvı içinde dengede olduğuna göre cismin ağırlığı sıvının uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğünden fazladır. Cismin kap tabanına batmasının nedeni de budur. Cisim tabana temas ettiğinden tabanın cisme uyguladığı tepki kuvveti $\vec{N}$'dir (Şekil 2.46).

$N + F_k = G$ olduğuna göre

$G > F_k$ dir. Bu durumda

$m \cdot g > V_b \cdot d_s \cdot g$ olur.

Batma şartı, bir bütün olarak cismin özkütlesinin sıvının özkütlesinden büyük olmasıdır. Örneğin büyük gemilerin ve denizaltıların yapıldığı madde çoğunlukla çelik, magnezyum, alüminyum ve demirdir. Bu maddelerin tamamının özkütlesi deniz suyunun özkütlesinden büyüktür. Bu maddelerden gemi inşa edilirken geminin tabana yakın iç kısımlarında büyük boşluklar bırakılır (Görsel 2.32 ve Görsel 2.33). Böylece geminin kütlesi sabit kalırken hacmi büyür. Bu durumda geminin özkütlesi deniz suyunun özkütlesinden daha küçük olur ve gemi denizde yüzebilecek hâle gelir.



Görsel 2.32: *Gemilerin yüzebilmesi için içlerinde bırakılan boşluklar*



Görsel 2.33: *Geminin düşey kesiti*

Archimedes İlkesi'ne göre sıcak hava balonlarının havada yükselebilmesi için balon, yerini değiştirdiği havadan daha az ağırlığa sahip olmalıdır. Bunun için sıcak hava balonlarının içi atmosferdeki hava ile doldurularak ısıtılır. Isınan hava genleşerek özkütlesi atmosferdeki havanın özkütlesinden daha küçük hâle gelir. Balonun hacmi belli bir değere ulaştığında balona etkiyen havanın kaldırma kuvvetinin büyüklüğü balonun ağırlığından fazla olur. Böylece balon yerden yükselir (Görsel 2.34).



Görsel 2.34: *Sıcak hava balonu*



ÖRNEK

Z cismi X sıvısının içine bırakıldığında yüzmektedir. X sıvısının üstüne bu sıvıyla homojen karışabilen ve özkütlesi X sıvısından daha büyük Y sıvısı ekleniyor.



Buna göre

a) Z cismine etki eden kaldırma kuvveti nasıl değişir?

b) Z cisminin batan hacmi nasıl değişir?



ÇÖZÜM

a) Z cismi X sıvısında yüzdüğüne göre $d_Z < d_X$ tir.

X sıvısına Y sıvısı eklendiğinde karışımın özkütlesi artar. Bu durumda Z cismi yine yüzmeye devam eder. Z cisminin ağırlığı değişmediğine göre

$G_Z = F_k$ eşitliğinden üzerine etkiyen kaldırma kuvveti değişmez.

b) X sıvısına Y sıvısı eklendiğinde karışımın özkütlesinin artacağı belirtilmişti. Cisme etkiyen kaldırma kuvveti sabit kalacağından dolayı

$F_k = V_b \cdot d_s \cdot g$ eşitliğinden d_s arttığına göre V_b azalır.



ÖRNEK

Taşma seviyesine kadar sıvı dolu X, Y ve Z kaplarına K, L ve M cisimleri bırakılıyor. Cisimler sıvıda denge durumundayken K cismi sıvıda yüzüyor, L cismi askıda kalıyor ve M cismi batıyor.



Buna göre hangi kapta ağırlaşma olur? Neden?

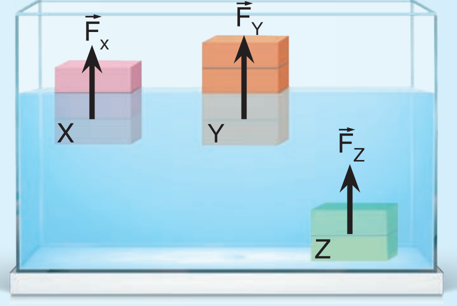


ÇÖZÜM

Archimedes İlkesi'ne göre sıvı içine bırakılan cisimler, üzerlerine etkiyen kaldırma kuvvetlerine eşit büyüklükte sıvının yerini değiştirir. K cismi sıvıda yüzen ve L cismi askıda kalan cisim olduğuna göre bu cisimlerin ağırlıkları sıvının kaldırma kuvvetlerinin büyüklüklerine eşittir. Bu durumda taşan sıvının ağırlığı cisimlerin ağırlığına eşittir. M cismi ise sıvıda batan cisim olduğundan ağırlığı sıvının kaldırma kuvvetinin büyüklüğünden fazladır. O hâlde Z kabından taşan sıvının ağırlığı M cisminin ağırlığından küçüktür. Bu durumda X ve Y kaplarında ağırlaşma olmazken Z kabında ağırlaşma olur.



ÖRNEK



İçinde boşluk bulunmayan eşit hacim bölmeli X, Y ve Z katı cisimleri sıvı içerisine bırakıldıklarında X ve Y cisimleri yüzerken Z cismi batıyor.

Buna göre

a) Cisimlere etkiyen F_X, F_Y ve F_Z kaldırma kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

b) Cisimlerin ağırlıkları arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

a) Aynı sıvı içinde bulunan eşit hacim bölmeli cisimlere etkiyen kaldırma kuvveti $F_k = V_b \cdot d_s \cdot g$ bağıntısına göre cisimlerin batan hacmiyle doğru orantılıdır. Cisimlerin sıvı içinde batan hacimleri eşit olduğuna göre $F_X = F_Y = F_Z$ olur.

b) X ve Y yüzen, Z ise batan cisimdir. Yüzen cisimlerin ağırlığı sıvının o cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğüne eşittir. Batan cisimlerde ise cismin ağırlığı o cisme sıvının uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğünden fazladır. Bu durumda $F_X = F_Y = F_Z$ olduğuna göre $G_Z > G_X = G_Y$ olur.



12. SIRA SİZDE



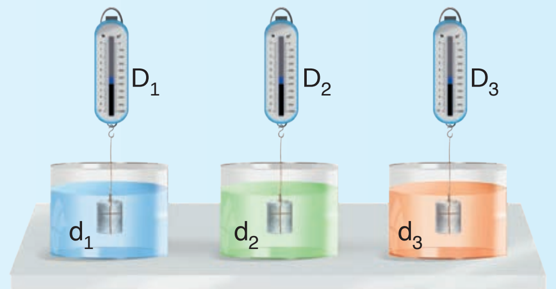
50 N ağırlığında bir cisim taşma seviyesine kadar su dolu bir kaba bırakılıyor. Cisim suya tamamen battığında kaptan 20 N ağırlığında su taşıyor.

Buna göre cismi su yüzeyine kadar çıkarmak için cisme uygulanması gereken en küçük kuvvet kaç N olur?





13. SIRA SİZDE



Özkütleleri arasındaki büyüklük ilişkisi $d_1 > d_3 > d_2$ olan sıvıların içine dinamometreye bağlı bir cisim ayrı ayrı batırılıyor.

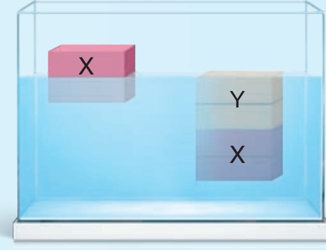
Buna göre dinamometrelerin gösterdiği D_1, D_2 ve D_3 değerleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?





14. SIRA SİZDE

X ve Y cisimleri eşit hacim bölmelidir. X cismi sıvı içine bırakıldığında hacminin yarısı sıvı içinde kalacak şekilde dengede kalıyor. X cisminin üstüne Y cismi konulduğunda ise Y cisminin tamamı sıvı içinde kalacak şekilde dengede kalıyor.



Buna göre X cisminin ağırlığının Y cisminin ağırlığına oranı (G_X / G_Y) nedir?





ETKİNLİK (PROJE)

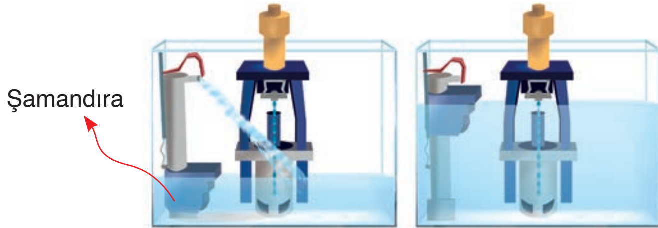
Etkinlik İsmi	**Belirlenen Bir Problemin Kaldırma Kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi İle Çözümü**
Etkinliğin Amacı	**Günlük hayatta karşılaştığı bir probleme kaldırma kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi'ni kullanarak çözüm üretebilme.**

 15 Gün  Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
Malzeme listesi öğrenciler tarafından belirlenecektir.

Öğretmene Not: *Projenin uygulaması ara tatil döneminde yapılacaktır.*

Bilgi: Günlük hayatta karşılaşılan bazı problemlere kaldırma kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi kullanılarak çözüm üretilebilir. Örneğin bir tuvalet rezervuarına dolan su belli bir hacme ulaştığında su akışı kesilmezse rezervuardan taşar. Bu olumsuz durumu önlemek için sıvıların kaldırma kuvvetinden yararlanılan şamandıra sistemi kullanılır. Tuvalet rezervuarına su dolarken suyun kaldırma kuvveti yardımıyla şamandıra yukarı doğru hareket eder (Şekil I). Su belli bir seviyeye geldiğinde su ile beraber yükselen şamandıra, suyun depoya aktığı borunun kapağına temas ederek kapağın kapanmasını sağlar (Şekil II). Böylece suyun rezervuardan taşması önlenmiş olur.



Şekil I: Boş rezervuar *Şekil II: Su dolu rezervuar*

Yukarıda verilen örnekten hareketle gruplara ayrılarak belirleyeceğiniz bir probleme kaldırma kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi'ni kullanarak çözüm üretmeniz beklenmektedir.

Bu amaçla aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Günlük hayattan akışkanların kaldırma kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi ile çözülebilecek bir problem belirleyiniz.
2. Grup arkadaşlarınızla problemin çözüm yolları hakkında hipotez geliştirerek işlem basamaklarını belirleyiniz.
3. Çalışmalarınız için grubunuzda iş bölümü yapınız.
4. Problemin çözümüne yönelik çalışma planı hazırlayınız ve plan doğrultusunda probleme çözüm üretiniz.



Değerlendirme

1. Diğer grupların projelerinde dikkatinizi çeken kısımlar nelerdi?



2. Projenizde düzeltme yapmak isteseydiniz projenin hangi kısmını değiştirirdiniz?



3. Akışkanların kaldırma kuvveti ve/veya Bernoulli İlkesi'nden yararlanarak günlük hayattaki başka hangi problemlere çözüm üretilebilir?



ÖRNEK PROJE PUANLAMA ÖLÇÜTÜ	
Proje Konusu:	**Proje Adı:**
Projenin Amacı:	**Projenin Süresi:**
Gelişmesi Beklenen Beceriler	İş birliği becerisi, teknoloji okuryazarlığı becerisi, problem çözme becerisi, yaratıcı düşünme becerisi, mühendislik ve tasarım becerisi, iletişim becerisi

PUANLAMA ÖLÇÜTÜ	**Aşağıda belirtilen kriterler üzerinden 1 zayıf, 5 çok iyi aralığında puanlama yapılır.**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Özgünlük ve Yaratıcılık Problem için önerilen çözüm özgün, yaratıcı, uygulanabilir, güvenli, estetik, hızlı, verimli ve düşük maliyetlidir.					
Tasarım ve Yöntem Çözülmesi gereken problemin tanımı açık olarak yapılmış ve olası alternatiflerin araştırılması yapılmıştır. Önerilen çözüm için gerekli kriterler tanımlanmıştır. Çözümün güçlü ve sınırlı özellikleri ortaya konulmuştur.					
Sonuç ve Öneriler Üretilen prototipin veya modelin yaratıcı, uygulanabilir, güvenli, estetik, hızlı, verimli ve düşük maliyetli olduğu kaynaklarla ilişkilendirilerek ortaya konmuştur. Üretilen prototipin veya modelin çalışan ve çalışmayan yanları verilerle açıklanmış, yorumlanmış ve daha iyi nasıl çalışacağı tartışılmıştır.					
Uygulanabilirlik ve Yaygın Etki Proje, problemin çözümü için uygulanabilir ve yaratıcı bir çözüm ortaya koymaktadır.					
Raporlama Rapor; proje adı, giriş, yöntem, bulgular, sonuç ve tartışma, öneriler ve kaynakça başlıklarının tümünü içermiştir ve bu başlıklara ilişkin tatmin edici açıklama yapılmıştır. Proje planı, özeti ve raporu rehberde belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.					
Genel Toplam: (Toplam puan 4 ile çarpılarak proje puanı elde edilir.)					

Birim yüzeye etki eden basınç kuvvetine **basınç** denir ve **P** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **pascal** [paskal (Pa)] kabul edilir.

Basınç birimi 1 Pa = 1 N/m^{2}dir.



Katıların basıncı ağırlıklarıyla doğru, yüzeye temas eden alanlarıyla ters orantılıdır. Durgun sıvıların basıncı sıvının özkütlesi, derinliği ve yer çekimi ivmesiyle doğru orantılıdır. Kapalı kaptaki gazın basıncı gazın hacmi ile ters, sıcaklığı ve tanecik sayısıyla doğru orantılıdır.



Bir sıvı içerisine kısmen ya da tamamen batırılan cismin üzerine etkiyen kaldırma kuvveti, cisim nedeniyle yer değiştiren sıvının ağırlığına eşittir. Bu ilkeye **Archimedes İlkesi** denir. Sıvıya bırakılan cisimlere etkiyen kaldırma kuvveti cismin sıvıda batan hacmi, sıvının öz kütlesi ve yer çekimi ivmesiyle doğru orantılıdır.



Bernoulli İlkesi'ne göre akışkanın hareket ettiği (aktığı) bölgenin kesiti azaldıkça akış sürati artar. Akış süratinin arttığı bölgelerde ise akışkanın temas ettiği yüzeylere uyguladığı basınç azalır.

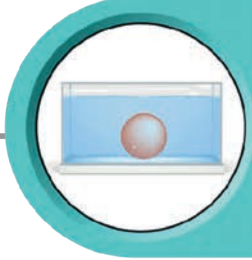


2. ÜNİTENİN TEMEL KAVRAMLARI

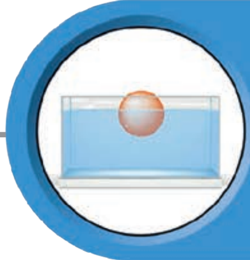
Grafik 2.1: *2. Ünitenin temel kavramları*



Sıvı içine bırakılan cisim, tüm hacmi sıvı içinde kalacak şekilde yüzeye temas etmeden dengede kalabiliyorsa bu cisim için "Askıda kalıyor." denir. Askıda kalma şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesine eşit olmasıdır.



Sıvı içine bırakılan cisim kabın tabanına temas edecek şekilde dengede kalıyorsa bu cisim için sıvıda "Batıyor." denir. Batma şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesinden büyük olmasıdır.



Sıvı içine bırakılan bir cismin hacminin bir kısmı sıvı dışında kalacak şekilde dengeye geliyorsa bu cisim için "Yüzüyor." denir. Yüzme şartı sıvı içine bırakılan cismin özkütlesinin sıvının özkütlesinden küçük olmasıdır.



2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-8. sorularda boş bırakılan ifadelerin yerlerine gelecek kelimeleri aşağıdaki kutucuklardan bularak yerleştiriniz.

basınç	batimetre	büyük
yüksek	ters	manometre
sıcaklık	doğru	küçük
azalır	yüzey alanı	artar

1. Düzgün bir katının basıncı .... ile ters orantılıdır.

2. Katı bir cisim ağırlığı nedeniyle temas ettiği yüzeye .... uygular.

3. Akışkanlar .... basınçtan alçak basınca doğru hareket eder.

4. Bir borunun kesiti azaldıkça akışkanın hızı .... ve basıncı azalır.

5. Sıvıların kaldırma kuvveti cismin batan kısmının hacmi ile .... orantılıdır.

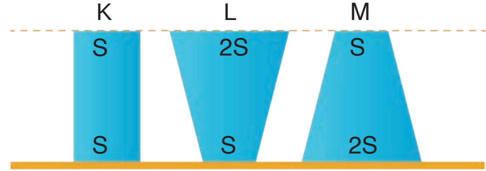
6. Sıvı içine bırakılan bir cismin özkütlesi sıvının özkütlesinden .... ise cisim sıvıda yüzer.

7. Kapalı bir kapta .... artarsa kap içindeki gazın basıncı artar.

8. Deniz ve göllerde basınç farkından yararlanarak derinliği ölçen araçlara .... denir.

9-26. çoktan seçmeli soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

9. Düşey kesiti verilen K, L ve M cisimleri aynı maddeden yapılmıştır.



K, L ve M cisimlerinin yere uyguladığı P_K, P_L ve P_M basınçları arasındaki ilişki nedir?

A) $P_K < P_L < P_M$

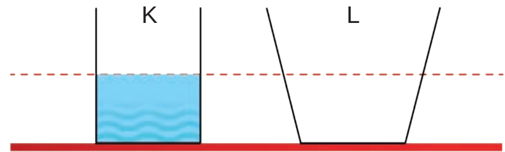
B) $P_M < P_K < P_L$

C) $P_K = P_M < P_L$

D) $P_K = P_L < P_M$

E) $P_K = P_L = P_M$

10. Düşey kesitleri verilen taban alanları eşit K ve L kaplarından K kabı yarısına kadar sıvıyla doluyken sıvının K kabının tabanına uyguladığı basınç kuvveti F, basınç P'dir.



Kaptaki sıvının tamamı L'ye boşaltıldığında sıvının L kabının tabanına uyguladığı basınç kuvveti ve basınç ne olur?

	Basınç Kuvveti	Basınç
A)	F	P'den fazla
B)	F	P'den az
C)	F'den az	P'den az
D)	F'den fazla	P
E)	F'den fazla	P'den fazla

11. Mehmet yazın yaylada biçtiği otları kışın kızaklarla köyüne taşımak istiyor. Üç kızağı peş peşe bağladıktan sonra otları iki kızağın üstüne yüklediğinde kızakların kara battığını fark ediyor.



Mehmet kızakların kara batmadan daha rahat hareket edebilmesi için

I. Tüm yükü üç kızağa paylaştırmak

II. Kızakları birbirinden ayırmak

III. Kızakları daha hızlı çekmek

işlemlerinden hangilerini tek başına yapabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

12. Düşey kesiti verilen kare prizma şeklindeki özdeş ahşap bloklar Şekil I, Şekil II ve Şekil III'teki gibi dizildiğinde oluşan yapıların zemine uyguladığı basınç kuvvetlerinin büyüklükleri sırasıyla F_1, F_2 ve F_3, basınçları ise P_1, P_2 ve P_3 oluyor.



Buna göre yapıların zemine uyguladıkları basınç kuvvetlerinin büyüklükleri ve basınçları arasındaki ilişki nedir?

A) $F_1 = F_2 = F_3$, $P_2 < P_1 < P_3$

B) $F_1 = F_2 = F_3$, $P_3 < P_1 = P_2$

C) $F_1 < F_2 < F_3$, $P_3 < P_1 < P_2$

D) $F_3 < F_1 < F_2$, $P_3 < P_1 < P_2$

E) $F_3 < F_1 = F_2$, $P_1 = P_2 < P_3$

13. Yüzey alanı 2000 m^2 olan bir denizaltıyla yüzey alanı 1,5 m^2 olan bir balık aynı derinlikte yüzmektedir.

Denizaltı ile balığa etki eden sıvı basınç kuvveti ve sıvı basıncıyla ilgili olarak

I. Her ikisine de etki eden sıvı basınç kuvvetlerinin büyüklüğü eşittir.

II. Balığa etki eden sıvı basıncı daha küçüktür.

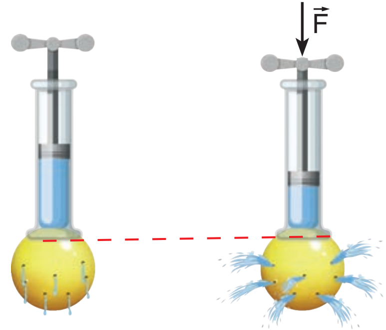
III. Denizaltıya etki eden sıvı basınç kuvvetinin büyüklüğü daha fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

14. Pascal topu olarak bilinen deney düzeneği, üzerinde birçok küçük delik bulunan metal bir top ve bu topa bağlı bir pistondan oluşur. Piston ve pistona bağlı top suyla doldurulduğunda su toptaki deliklerden yavaşça akar. Pistona kuvvet uygulandığında ise su tüm deliklerden yaklaşık aynı süratle fışkırır.



Buna göre

I. Diş macunu tüpü sıkıldığında macunun tüpün ucundan çıkması

II. Delikli bir kaba konulan sıvının en alt delikten daha hızlı akması

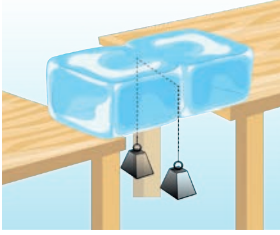
III. Sert malzemeleri kesebilmek için bıçağa daha fazla kuvvet uygulanması

olaylarının hangilerinde etkili olan prensip, Pascal topu deneyinin temelinde yatan prensiple aynıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

15. İki masa arasına yerleştirilen buz blokunun ortasından iki ucuna eşit kütleler bağlanmış ince bir tel asılıyor. Bir süre sonra telin buzun içinden geçerek aşağı düştüğü, buzun ise tek parça hâlinde kaldığı görülüyor.



Bu olay

I. Basıncın artması erime sıcaklığını düşürür.

II. Katıların basıncı yüzey alanıyla ters orantılıdır.

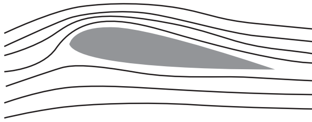
III. Sıvılar basıncı her yöne eşit büyüklükte iletir.

yargılarından hangileriyle açıklanır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

16. Bir uçak kanadının kesiti ile kanadın alt ve üstündeki havanın hareketi çizgilerle gösterilmiştir.



Uçağın kalkış için hızlanmasıyla birlikte

I. Kanadın üstündeki havanın sürati, altındaki havanın süratinden daha büyük olur.

II. Kanadın üstündeki basınç ile altındaki basınç eşit olur.

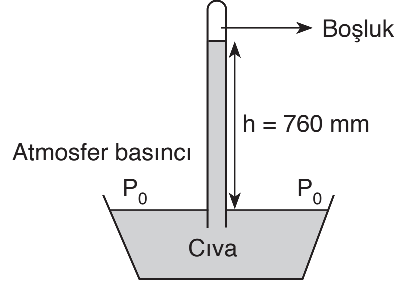
III. Kanadın altındaki basınç, üstündeki basınçtan daha büyük olur.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

17. Torricelli deneyinde ucu kapalı borudaki cıva deniz seviyesinde 760 mm yükseklikte dengeye gelir.



Buna göre kaptaki sıvı yüzeyi ile borudaki sıvı yüksekliği arasındaki h yüksekliği

I. Deneyde kullanılan sıvının cinsi

II. Deneyin yapıldığı yerin deniz seviyesinden yüksekliği

III. Deneyin yapıldığı ortamın sıcaklığı

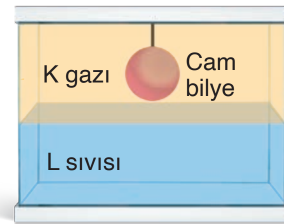
IV. Cam borunun çapı

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) I, II ve III E) I, III ve IV

18. Düşey kesiti verilen kapta cam bilye esnemeyen bir iple kabın tavanına bağlanmıştır. Sistem dengede olup kaptaki gaz basıncı P_K ve kabın tabanındaki sıvı basıncı P_L dir.



İp kesilerek kapta sıvı dengesi sağlandıktan sonra P_K ve P_L basınçları nasıl değişir?

	P_K	P_L
A)	Değişmez.	Artar.
B)	Artar.	Azalır.
C)	Azalır.	Artar.
D)	Değişmez.	Değişmez.
E)	Artar.	Değişmez.

19. Gazların basıncıyla ilgili aşağıda verilen

I. Kapalı kaptaki gazların basıncı manometre ile ölçülür.

II. Deniz seviyesinden yukarı çıktıkça atmosfer basıncı artar.

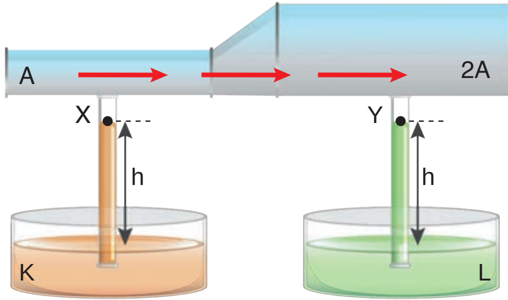
III. Atmosfer basıncını ölçen araca barometre denir.

yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

20. Kesit alanı A ve 2A olan boruların tabanlarına özdeş borular yerleştirilmiştir. Borular K ve L sıvılarının bulunduğu kaplara batırılmıştır. A kesit alanına sahip borudan 2A kesit alanına sahip boruya hava üflenmektedir. Kaplara daldırılan borularda sıvılar sıvı yüzeyinden eşit miktarda (h) yükselmektedir.



Buna göre

I. X noktasındaki basınç Y noktasındaki basınca eşittir.

II. K sıvısının özkütlesi L sıvısının özkütlesine eşittir.

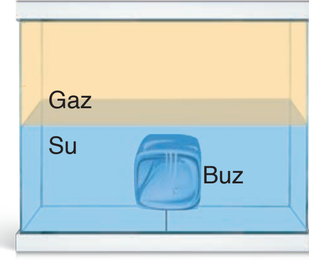
III. K sıvısının özkütlesi L sıvısının özkütlesinden daha büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

21. Düşey kesiti verilen kapalı kaptaki buz parçası, iple kabın tabanına bağlanarak şekildeki gibi dengedeyken kaptaki gaz basıncı P_{gaz} ve kap tabanındaki sıvı basıncı $P_{sıvı}$ dır.



Ortamın sıcaklığı değiştirilmeden buzun tamamı eritilirse P_{gaz} ve $P_{sıvı}$ basınçları nasıl değişir?

	P_{gaz}	$P_{sıvı}$
A)	Azalır.	Artar.
B)	Artar.	Azalır.
C)	Değişmez.	Azalır.
D)	Azalır.	Değişmez.
E)	Azalır.	Azalır.

22. Akışkanların süratleri ile basınçları arasındaki ilişki Bernoulli İlkesi ile açıklanır.

Buna göre verilen olaylardan hangisi Bernoulli İlkesi ile açıklanabilir?

A) Kış aylarında arabaların geçtiği karlı yollarda karın erimesi

B) Düdüklü tencerede suyun kaynama noktasının yükselmesi

C) Rüzgârlı havalarda binaların çatılarının uçması

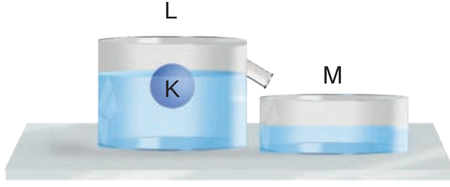
D) Deodorant şişelerinin ateşe atıldığında patlaması

E) Astronotların uzayda özel giysiler giymesi

23. İçinde bir miktar sıvı bulunan L kabı ile boş M kabı ve K cismi Şekil I'de gösterilmiştir. K cismi sıvı içine bırakıldığında kaptan bir miktar sıvı M kabına taşarak Şekil II'deki gibi dengeye geliyor.



Şekil I



Şekil II

Buna göre

I. Taşan sıvının ağırlığı cismin ağırlığından küçüktür.

II. Taşan sıvının ağırlığı cisme etkiyen kaldırma kuvvetinin büyüklüğüne eşittir.

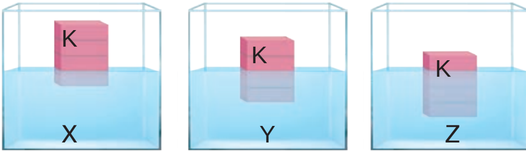
III. Taşan sıvının hacmi cismin batan kısmının hacmine eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

24. K cismi X, Y ve Z sıvılarının içine bırakıldığında şekildeki gibi dengeye geliyor.



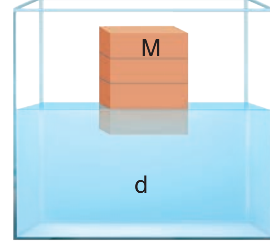
Buna göre X, Y ve Z sıvılarının özkütleleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

A) $d_X > d_Y = d_Z$ B) $d_X = d_Y > d_Z$

C) $d_X > d_Y > d_Z$ D) $d_Z > d_Y > d_X$

E) $d_X = d_Y = d_Z$

25. Özkütlesi d olan sıvının içine eşit hacim bölmeli M cismi bırakıldığında bir bölmesi sıvı içinde kalacak şekilde dengeye geliyor.



M cisminin iki bölmesinin sıvı içinde kalması için

I. Kaba bir miktar daha aynı sıvıdan eklemek

II. Kaba özkütlesi d'den küçük ve kaptaki sıvıyla karışabilen başka bir sıvı eklemek

III. M cisminin üstüne katı bir cisim koymak

işlemlerinden hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

26. Betül, taşma seviyesine kadar su dolu kaba suda çözünmeyen X, Y ve Z cisimlerini ayrı ayrı bırakıyor. Her cisim için kaptan taşan sıvı hacmi birbirine eşit oluyor. X cismi suda yüzerken Y cismi askıda kalıyor ve Z cismi batıyor.

Buna göre

I. X, Y ve Z cisimlerinin hacimleri eşittir.

II. Cisimlere etkiyen kaldırma kuvvetlerinin büyüklükleri eşittir.

III. Cisimlerin ağırlıkları eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

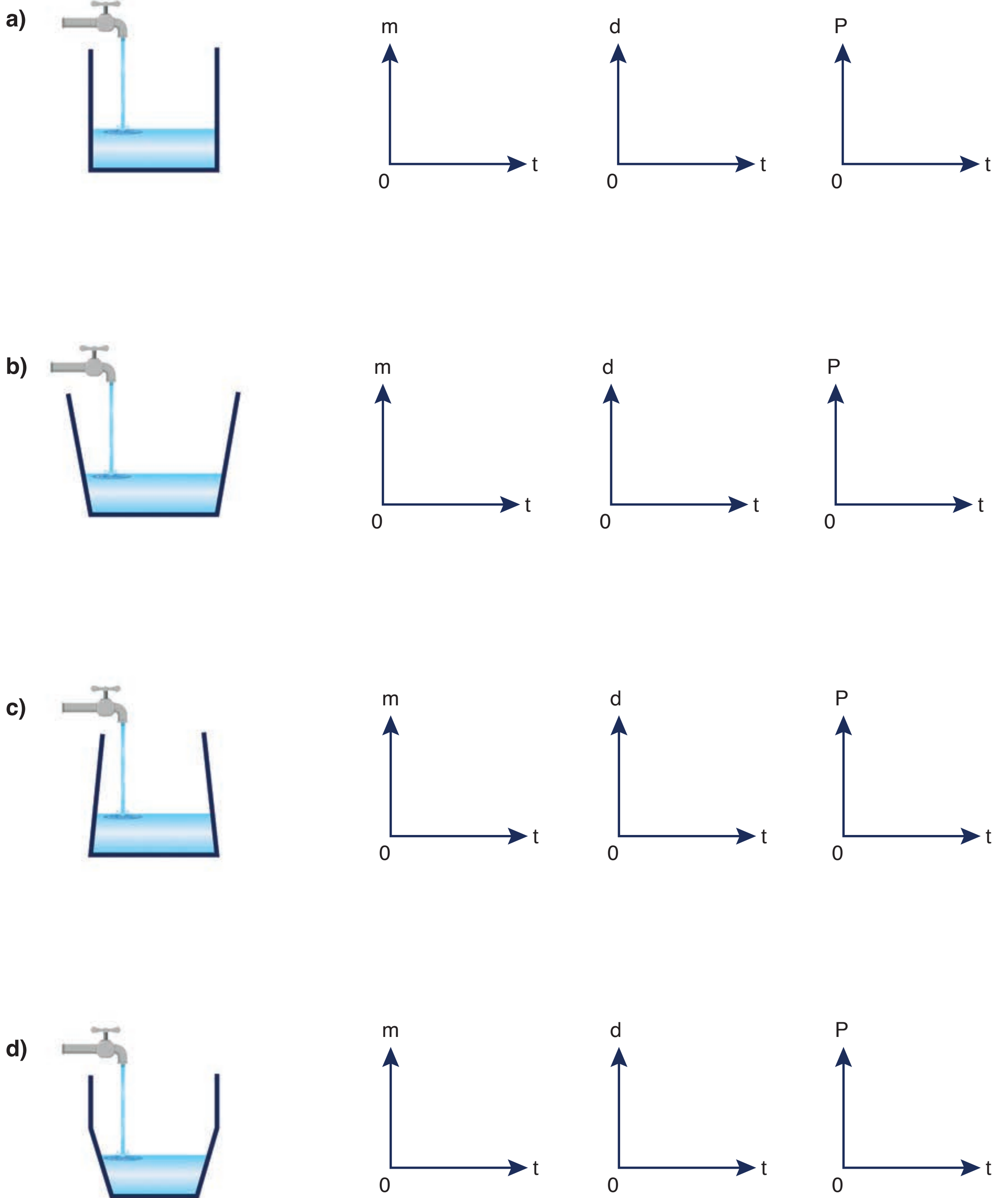
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

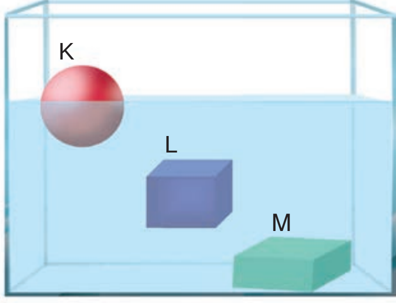
27-34. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

27. Düşey kesiti verilen kaplar t = 0 anından itibaren sabit debili musluklardan akan sularla dolduruluyor.

Buna göre her bir kapta biriken suyun kütle-zaman (m-t), özkütle-zaman (d-t) grafikleri ile suyun kabın tabanına yaptığı basıncın zamana bağlı değişim (P-t) grafiğini çiziniz.



28. Sıvı içerisine bırakılan cisimlerden K yüzüyor, L askıda kalıyor ve M batıyor.



Buna göre

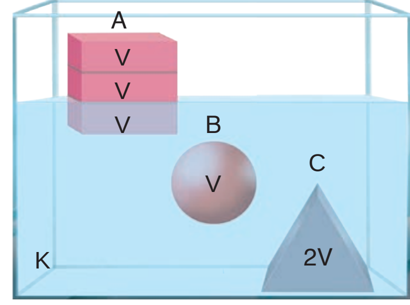
a) K, L ve M cisimlerinin her biri için kendi ağırlığı ile üzerine etki eden kaldırma kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

b) Cisimlerin ve sıvının özkütleleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

29. Aynı sıvı içine ayrı ayrı bırakılan A ve B cisimleri sıvı içinde yüzüyor. A cismi, B cisminden daha fazla hacimde sıvının yer değiştirmesine neden oluyor.

Buna göre hangi cismin ağırlığı daha büyüktür?

30. A, B ve C cisimlerinin hacimleri 3V, V ve 2V'dir. Bu cisimler K sıvısı içine bırakıldıklarında A yüzüyor, B askıda kalıyor ve C batıyor.



Buna göre A, B ve C cisimlerine sıvı tarafından uygulanan F_A, F_B ve F_C kaldırma kuvvetlerinin büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?

31. Taşma seviyesine kadar su dolu özdeş iki kovadan birinde sadece su, diğerinde ise su içinde yüzen tahta parçası vardır.

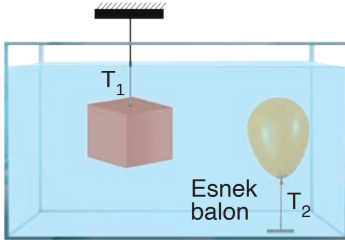


Kovaların ağırlıkları arasındaki ilişki nedir? Gerekçeleriyle açıklayınız.

32. Dünyada deniz seviyesinde yapılan bir deneyde sıvıya bırakılan bir cisim, tüm hacmi sıvı içinde kalacak şekilde batıyor.

Deney, aynı sıvı ve cisimle yer çekiminin daha az olduğu Ay yüzeyinde tekrarlansaydı cismin sıvı içindeki durumu (yüzme, askıda kalma ve batma) nasıl olurdu? Nedenini açıklayınız.

33. Düşey kesiti verilen kapta katı cisim ve içi gaz dolu esnek balon şekildeki gibi dengededir. Bu durumda iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklüğü sırasıyla T_1 ve T_2 dir.



Buna göre kaba bir miktar su ilave edilirse T_1 ve T_2 nasıl değişir?

34. Kuzey Amerika'da yaşayan çayır köpekleri, toprağın altına yaptıkları yuvalarından yüzeye çıkmak için iki farklı yuva ağzı yapar. Yüzeye çıkış noktalarının biri diğerinden birkaç metre daha yüksektedir. Bu, yuvanın havalandırılması içindir.



Çayır köpeklerinin yuva çıkış ağızlarını farklı yükseklikte yaparak yuvayı havalandırmaları hangi fizik ilkesiyle açıklanır? Bulduğunuz ilkenin bu olayda nasıl işlediğini açıklayınız.



Ünite ile ilgili daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Ünite kavramları ile ilgili bulmacayı çözmek için karekodu okutunuz.

3. ÜNİTE
DALGALAR

ÜNİTE KONULARI

ANAHTAR KAVRAMLAR

3.1. DALGALAR
Dalga
Titreşim
Dalga hareketi
Dalga boyu
Periyot
Frekans
Hız
Genlik

3.2. YAY DALGASI
Atma

3.3. SU DALGASI
Dalga tepesi
Dalga çukuru
Odak noktası
Merkez
Stroboskop

3.4. SES DALGASI
Rezonans
Ses yüksekliği
Ses şiddeti
Tını
Yankı
Uğultu
Gürültü
Ses kirliliği

3.5. DEPREM DALGASI
Deprem dalgası

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Bu ünitede titreşim ve dalga hareketi, dalgalara ait temel kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişki açıklanarak dalgalar sınıflandırılacaktır. Yaylarda atmaların yansıması, iletilmesi ve atmaların karşılaşmaları durumundaki davranışları incelenecektir. Su dalgalarının farklı şekillerdeki engellerden yansıması ve farklı derinlikteki ortamlara geçişte oluşacak kırılma olayı deneylerle analiz edilecektir. Ses dalgaları ile ilgili temel kavramlar açıklanıp çeşitli alanlarda kullanımları örneklerle incelenecektir. Deprem dalgaları tanımlanarak depremin şiddeti ve büyüklüğü arasındaki fark açıklanacaktır.



Ünite karekodu



Ünite sunu karekodu

ÜNİTEYE BAŞLARKEN

1. Su dolu havuza düşen bir topu havuzun kenarına ulaştırmak için kenardan dalgalar oluşturulduğunda bu dalgalar topa ulaşır, çarpar ve topu geçerek havuzun diğer kenarına varır. Ancak top hâlâ yerinde durmaya devam eder.

   Bunun nedeni ne olabilir?





2. Sinema filminin bir sahnesinde karakterlerden biri trenin gelişini anlamak için kulağını raylara dayar.

   Filmdeki karakter neden böyle bir yöntemi tercih etmiş olabilir?





3. 12 Kasım 1999 tarihinde Richter (Rihter) ölçeğine göre 7,2 büyüklüğünde merkez üssü Düzce olan deprem, ülkemizdeki pek çok ilin yanı sıra Ukrayna'nın Odessa şehrinde de hissedildi. Düzce ile Odessa arasında Karadeniz bulunmaktadır ve iki yer arası uzaklık kuş uçuşu yaklaşık 1000 km'dir.

   Depremin bu kadar uzak bir mesafeden hissedilmesinin nedeni nedir?







3.1. DALGALAR

Doğada, çevremizde ve günlük yaşamda görülen pek çok olay ve olgunun açıklanması titreşim ve dalga kavramlarının anlaşılmasına bağlıdır. Örneğin köprü, gökdelen gibi büyük ve yüksek yapılar katı hâlde olmalarına rağmen titreşim hareketi yapar. Mühendisler ve mimarlar, bu yapıların inşasında binanın yapacağı titreşim hareketlerini dikkate alırlar. Benzer şekilde radyo, telsiz, cep telefonu ve TV yayınları dalgalarla taşınır. Elektronik ve haberleşme mühendisleri daha güçlü, kesintisiz yayınlara ulaşmak amacıyla bu cihazların yaydığı dalgalar üzerine çalışır.

Dalgaların anlaşılabilmesi için öncelikle titreşim hareketinin kavranması gerekir. Denge konumu etrafında ileri geri veya yukarı aşağı gerçekleşen salınıma **titreşim hareketi** denir. **Denge konumu** titreşim hareketinde cisme etki eden net kuvvetin sıfır olduğu konumdur. Uçan bir arının kanatlarının, salıncakta sallanan bir kişinin ve duvar saatindeki sarkacın yapmış olduğu hareket titreşim hareketine örnektir (Görsel 3.1, Görsel 3.2 ve Görsel 3.3).



Görsel 3.1: *Kanatlarını çırpan arı*



Görsel 3.2: *Salıncakta sallanan çocuk*



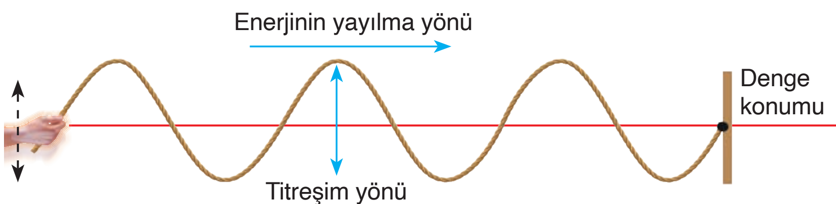
Görsel 3.3 *Sarkaçlı duvar saati*

Titreşim hareketi yapan cisim, hareketini eşit zaman aralıklarında sürekli tekrar ediyorsa bu hareket aynı zamanda periyodiktir. Sarkaçlı duvar saatinin yaptığı hareket periyodik harekete örnektir. Bozuk bir yolda ilerleyen otomobilin amortisörlerinin yaptığı rastgele salınımlar ise periyodik olmayan titreşim hareketine örnektir.

Dalga hareketi titreşim hareketiyle yakından ilgilidir. Titreşim kaynağından esnek ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga** denir. Dalganın esnek ortamda yayılmasına ise **dalga hareketi** denir. Dalga hareketinde yayılan, taneciklerin kendisi değil tanecikten taneciğe titreşimlerle aktarılan enerjidir.

3.1.1. Dalgalarla İlgili Temel Kavramlar

Bir ucu duvara sabitlenmiş gergin ipin diğer ucu aşağı ve yukarı titreştirilirse ipte bir dalga hareketi oluşur (Şekil 3.1). Dalgaların yayılma ortamı ipin kendisi olup dalga kaynağı titreşimi başlatan elin hareketidir. İpi oluşturan her bir tanecik aşağı ve yukarı titreşim hareketi yaparken ipe aktarılan enerji, dalgalar şeklinde yayılır. Dalga hareketindeki temel kavramları daha iyi anlayabilmek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.



Şekil 3.1: *İpte oluşan dalga hareketi*



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

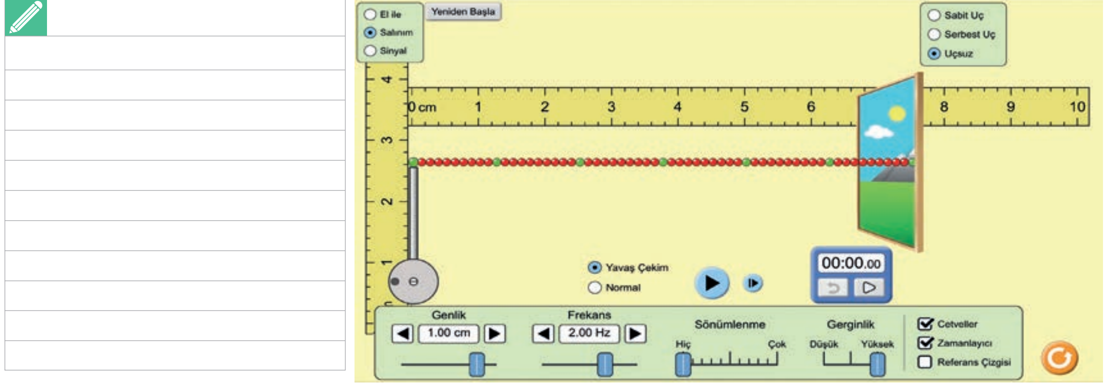
Etkinlik İsmi	**Dalga Hareketinde Temel Kavramlar**	1 Ders Saati · Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	**Dalga boyu, genlik, frekans, periyot ve hız kavramlarını açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız.



2. Simülasyon ekranında bulunan “Salınım”, “Uçsuz”, “Cetveller”, “Zamanlayıcı” ve “Yavaş Çekim” kutucuklarını işaretleyiniz. Genlik, frekans ve gerginlik değerlerini teker teker değiştirerek dalgada meydana gelen değişimleri gözlemleyiniz ve gözlemlerinizle ilgili notlar alınız.



3. Simülasyonu durdurarak “Yeniden Başla” düğmesine basınız. Genliği “1 cm”, frekansı “2 Hz”, sönümlenmeyi “Hiç” ve gerginliği “Yüksek” olacak şekilde ayarlayınız. Zamanlayıcıyı çalıştırdıktan sonra başlama tuşuna (siyah üçgen işareti) basarak simülasyonu başlatınız.

4. Zamanlayıcı yardımıyla dalga kaynağının veya taneciklerden birinin denge konumundan aynı yöne doğru ardışık iki geçişi arasındaki süreyi ölçünüz. Ölçtüğünüz değeri tablonun ilgili kısmına yazınız.

5. Düşey cetvel yardımıyla dalganın en alt veya en üst noktasının denge konumuna uzaklığını ölçünüz ve tablonun ilgili kısmına yazınız.

6. Oluşan dalgalar üzerinde aynı hizada aynı yönde titreşen özdeş tanecikler bulunuz. Özdeş titreşen ardışık iki tanecik arasındaki mesafeyi ölçerek tablonun ilgili kısmına yazınız.

7. Simülasyonu durdurunuz ve “Yeniden Başla” düğmesine basınız. Zamanlayıcıyı sıfırlayınız. Simülasyonu başlatarak dalganın bir süre ilerlemesine izin veriniz ve simülasyonu durdurunuz. Dalganın aldığı yolu yatay cetvelle ölçünüz. Bulduğunuz değeri geçen süreye bölerek dalganın ilerleme hızının büyüklüğünü hesaplayınız. Hesapladığınız değeri aşağıdaki tablonun ilgili kısmına yazınız.

Dalganın en alt veya en üst noktalarının denge konumuna uzaklığı (cm)	Özdeş titreşen ardışık iki tanecik arasındaki mesafe (cm)	Dalga kaynağının denge konumundan aynı yöne doğru ardışık iki geçişi arasında geçen süre (s)	Dalganın ilerleme hızı (cm/s)



Değerlendirme

1. Dalga kaynağının denge konumundan aynı yöne doğru ardışık iki geçişi arasındaki süre ile kaynağın frekansı arasındaki ilişki nedir? Bu ilişkinin matematiksel modelini oluşturunuz.

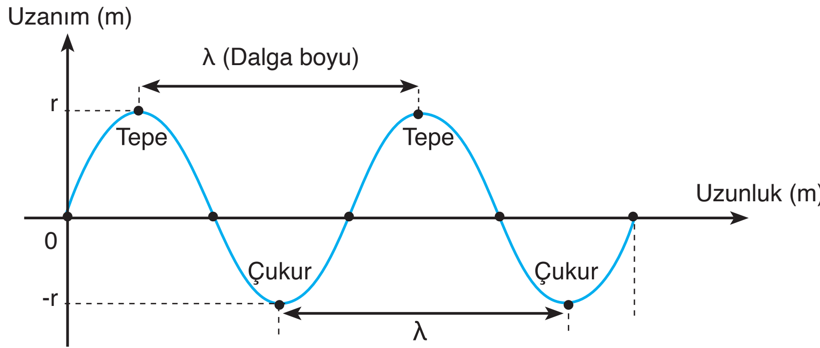


2. Etkinlikte hesapladığınız dalganın ilerleme hızının büyüklüğünü tablodaki hangi değerleri kullanarak elde edebilirsiniz?



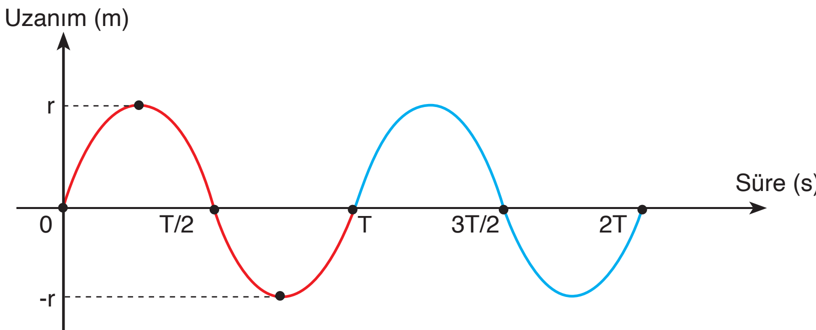
Bir dalga tepesinin veya bir dalga çukurunun denge konumuna en büyük uzaklığına **genlik** denir ve **r** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **metre** (m) kabul edilir. Dalganın enerjisi dalganın genliğiyle doğru orantılıdır. Ancak sadece dalganın genliğine bakılarak enerjisi hakkında karar verilemez çünkü dalganın enerjisi dalganın frekansı, ortamın yoğunluğu gibi diğer faktörlerden de etkilenir.

Dalgalarda özdeş titreşen ardışık iki tanecik arasındaki uzaklığa **dalga boyu** denir ve **λ** sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **metre** (m) kabul edilir. Bir dalgada ardışık iki tepe veya iki çukur noktası arasındaki uzaklık bir dalga boyu kadardır (Şekil 3.2).



***Şekil 3.2:** Dalga hareketindeki bazı büyüklükler*

Dalga üzerindeki bir noktanın aynı konumdan aynı yöne doğru ardışık iki geçişi arasındaki süreye **periyot** denir ve **T** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **saniye** (s) kabul edilir. Dalga kaynağı her bir periyotluk sürede λ dalga boylu bir tam dalga oluşturur (Şekil 3.3).



***Şekil 3.3:** Dalga hareketindeki bazı büyüklükler*

Kaynak tarafından birim zamanda oluşturulan dalga sayısına **frekans** denir ve **f** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **Hertz** (Hz) kabul edilir.

Bir dalganın periyodu ile frekansı dalga kaynağının çalışma hızına bağlı olup dalganın yayıldığı ortamdan etkilenmez. Hızlı çalışan kaynağın frekansı yavaş çalışan kaynağa göre daha büyüktür. Dalganın frekansı ile periyodu arasında $f \cdot T = 1$ eşitliği vardır.

Her dalganın, bulunduğu ortamın özelliklerine bağlı bir yayılma hızı vardır. Bir periyotluk sürede (T) bir tam dalga oluştuğuna göre bu sürede dalganın yer değiştirmesi bir dalga boyu (λ) kadardır. Buna göre bir dalganın hızının büyüklüğü aşağıdaki matematiksel modelle hesaplanır.



MATEMATİKSEL MODEL

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

v : Dalganın hızı (m/s)

λ : Dalga boyu (m)

T : Dalganın periyodu (s)

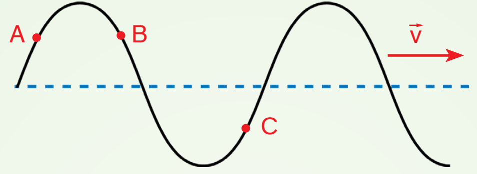
f : Dalganın frekansı (Hz)

Bir dalganın hızı yayıldığı ortamın özelliklerine bağlıdır. Dalga kaynağının frekans ya da periyodunun değişmesi, oluşan dalganın dalga boyunu değiştirir ancak hızının büyüklüğünü etkilemez.



ÖRNEK

Her özelliği aynı olan bir ortamda ilerleyen periyodik dalganın yayılma yönü gösterilmiştir.

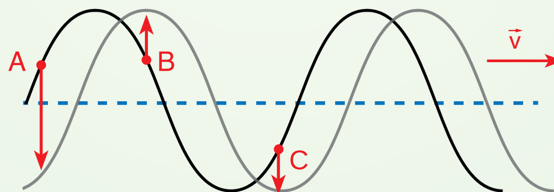


Buna göre dalga üzerindeki A, B ve C noktalarının anlık titreşim yönleri nasıl olur?



ÇÖZÜM

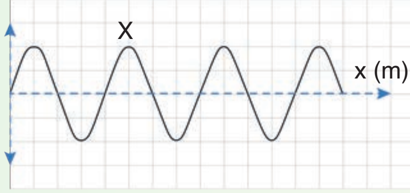
Bir dalga üzerindeki noktaların anlık titreşim yönlerini bulmak için dalganın kısa bir süre sonraki görüntüsü çizilir. A, B ve C noktaları dalgayı oluşturan ortam üzerinde olup dalganın titreşim yönünde hareket eder. Bu durumda A, B ve C noktalarının titreşim yönleri şekildeki gibi olur.

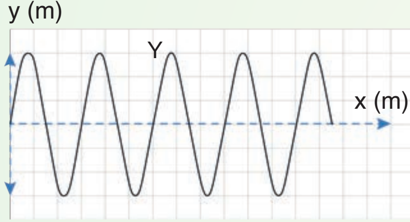




ÖRNEK

Aynı ortamda yayılan X ve Y dalgalarının eşit karelere bölünmüş düzlemdeki görüntüsü verilmiştir.





Buna göre

a) Dalgaların genlikleri oranı $\frac{r_X}{r_Y}$ kaçtır?

b) Dalgaların dalga boyları oranı $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y}$ kaçtır?

c) Dalgaların yayılma hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

a) Genlik bir dalganın denge konumundan en büyük uzaklığı olduğuna göre $\frac{r_X}{r_Y} = \frac{2}{3}$ olur.

b) Dalga boyu bir dalganın ardışık ve özdeş titreşen iki noktası arasındaki uzaklık olduğuna göre $\frac{\lambda_X}{\lambda_Y} = \frac{4}{3}$ olur.

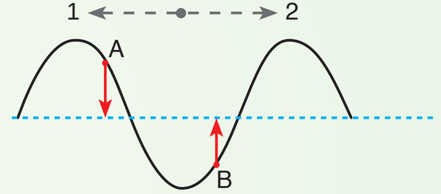
c) Dalgaların hızı ortamın özelliklerine bağlıdır. Her iki dalga da aynı ortamda yayıldığına göre hızlarının büyüklükleri eşittir.



1. SIRA SİZDE

Her özelliği aynı olan bir ortamda ilerleyen dalganın A ve B noktalarının anlık titreşim yönleri verilmiştir.

Buna göre bu dalganın ilerleme yönü nedir?







2. SIRA SİZDE

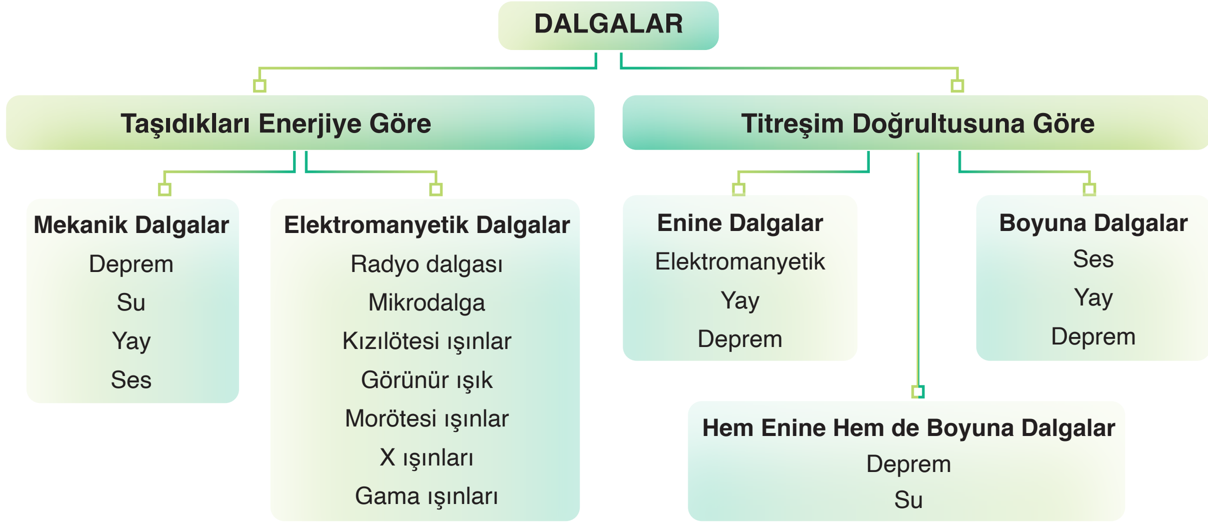
Her özelliği aynı olan bir ortamda çalışan dalga kaynağının çalışma hızı artırılıyor.

Buna göre dalgaların hızı, periyodu, frekansı ve dalga boyu nasıl değişir?



Dalgaların Sınıflandırılması

Dalgalar taşıdıkları enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre iki grupta sınıflandırılır.



Taşıdıkları Enerjiye Göre Dalgalar

a) Mekanik Dalgalar: Yayılabilmesi için maddesel ortama ihtiyaç duyan ve taşıdıkları enerjiyi bu madde ortamıyla ileten dalgalara **mekanik dalga** denir. Bu dalgalara mekanik dalga isminin verilmesinin nedeni taşıdıkları enerjinin mekanik enerji olmasıdır. Su, ses, yay ve deprem dalgaları mekanik dalgalara örnektir (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: *Mekanik dalga örnekleri*

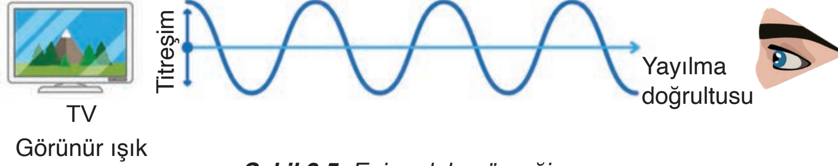
b) Elektromanyetik Dalgalar: Yayılabilmesi için maddesel ortama ihtiyaç duymayan ve yüklü parçacıkların ivmeli hareketlerinden oluşan dalgalara **elektromanyetik dalga** denir. Radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X ışınları ve gama ışınları elektromanyetik dalgalara örnektir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: *Elektromanyetik dalga örnekleri*

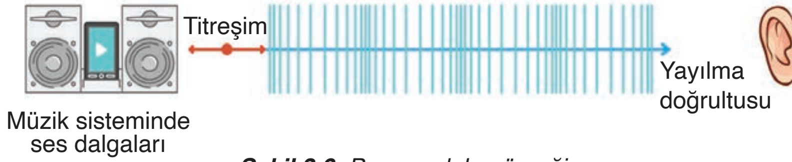
Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

a) Enine Dalgalar: Titreşim doğrultuları yayılma doğrultularına dik olan dalgalara **enine dalgalar** denir. İpte oluşan dalgalar, elekromanyetik dalgalar (Şekil 3.5), yay ve deprem dalgaları enine dalgalara örnek verilebilir.



Şekil 3.5: *Enine dalga örneği*

b) Boyuna Dalgalar: Titreşim doğrultuları yayılma doğrultularına paralel olan dalgalara **boyuna dalgalar** denir. Ses dalgaları (Şekil 3.6) ile yay ve deprem dalgalarının bazıları boyuna dalgalara örnek verilebilir.



Şekil 3.6: *Boyuna dalga örneği*

c) Hem Enine Hem de Boyuna Dalgalar: Titreşim doğrultuları yayılma doğrultularına aynı anda hem dik hem de paralel olan dalgalardır. Su dalgaları ve deprem dalgalarının bir bölümü bu gruba örnektir (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: *Hem enine hem de boyuna dalga örneği*



3. SIRA SİZDE

Bazı dalga örnekleri ve dalga sınıfları tabloda verilmiştir.

Dalga Örnekleri	Dalga Sınıfları			
	Enine Dalga	Boyuna Dalga	Mekanik Dalga	Elektromanyetik Dalga
Radyo dalgası				
Mavi ışık				
Ses dalgası				
Deprem dalgası				
X ışınları				
Yay dalgası				

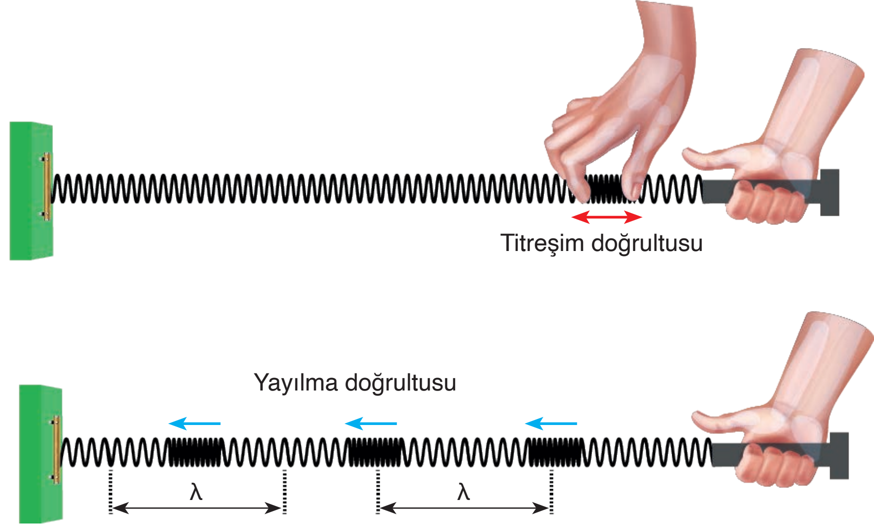
Verilen dalga örneklerinin sınıfını belirleyerek kutucukları onay işareti (√) ile işaretleyiniz.

3.2. YAY DALGASI

Mekanik dalgalar grubunda yer alan yay dalgaları kaynağa bağlı olarak enine veya boyuna dalga şeklinde oluşturulabilir.

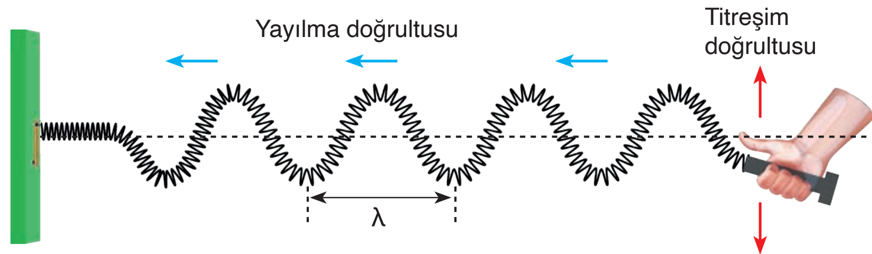
Yatay düzleme paralel olacak şekilde bir ucu sabitlenmiş hareketsiz gergin yay, yatay doğrultuda sıkıştırılıp serbest bırakıldığında ileri ve geri (sıkışma ve gevşeme) titreşim yapar. Yay moleküllerinin titreşim doğrultuları ile dalgaların ilerleme doğrultuları birbirine paralel olduğundan oluşan dalga, boyuna dalgadır. Boyuna dalgada ardışık iki sıkışık nokta veya ardışık iki gevşek nokta arasındaki uzaklık bir dalga boyudur (Şekil 3.7).





***Şekil 3.7:** Yayda boyuna dalga hareketi*

Yatay düzlemde denge konumunda bulunan gergin bir yayın uç kısmı, periyodik olarak önce yukarı daha sonra aşağı yönlü hareket ettirilerek, denge konumuna geri getirildiğinde yayda yukarı ve aşağı yönlü titreşimler oluşur. Yay moleküllerinin titreşim doğrultuları ile dalgaların ilerleme doğrultuları birbirine dik olduğundan oluşan dalga, enine dalgadır (Şekil 3.8).



***Şekil 3.8:** Yayda enine dalga hareketi*



3.2.1. Yaylarda Atma ve Periyodik Dalga

Yatay düzlemde gerilmiş bir yay yukarı ya da aşağı yönlü kısa süreli titreştirildiğinde oluşan dalga parçasına **atma** denir. Periyodik dalgalar ile atma arasındaki ilişkiyi gözlemlemek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

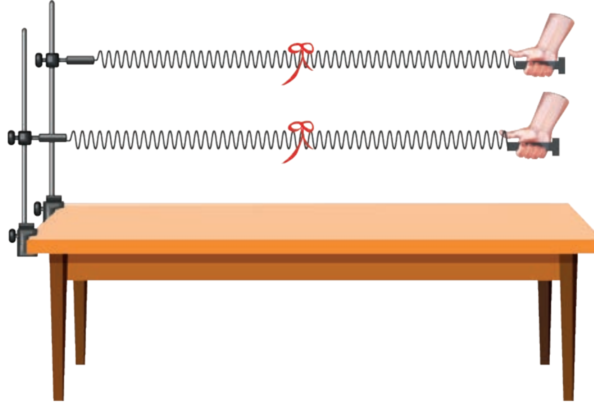
Etkinlik İsmi	**Atma ve Periyodik Dalgalar Arasındaki İlişki**
Etkinliğin Amacı	**Periyodik dalgaların özelliklerini incelemek için atmalardan yararlanıldığını kavrayabilme.**

1 Ders Saati — Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- 2 adet sarmal yay
- Metal çubuk
- Masa kıskaçları
- Video kaydedici
- Bağlama parçaları (ikili)

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

1. Metal çubuk ve bağlama parçalarını masa kıskaçları yardımıyla aynı masa üzerinde yan yana sabitleyiniz. Bağlama parçalarının her ikisine de özdeş yayları bağlayıp, eşit kuvvetlerle gererek gergin hâle getiriniz. Her iki yayın ortasına ince bir kurdele bağlayınız.



2. Her iki yayın ayrıntılı görülebileceği bir noktaya video kaydedicinizi yerleştirerek video kaydını başlatınız. Bu konuda grup arkadaşlarınızdan yardım alabilirsiniz.

3. Harekete aynı anda başlayacak yaylardan birinde periyodik dalga, diğerinde baş yukarı atma (periyodik dalganın tepe bölümü) oluşturunuz. Periyodik dalgaların ve atmanın genliklerinin eşit olmasına dikkat ediniz. Dalga ve atmanın sabit noktaya ulaşmasıyla video kaydını durdurunuz.

4. Video kaydını yavaş oynatma hızında izleyerek atma ve dalganın hareketlerini inceleyiniz. Bu incelemenizde kurdelelerin hareketine ve dalga ile atmanın hız büyüklüklerine dikkat ediniz.

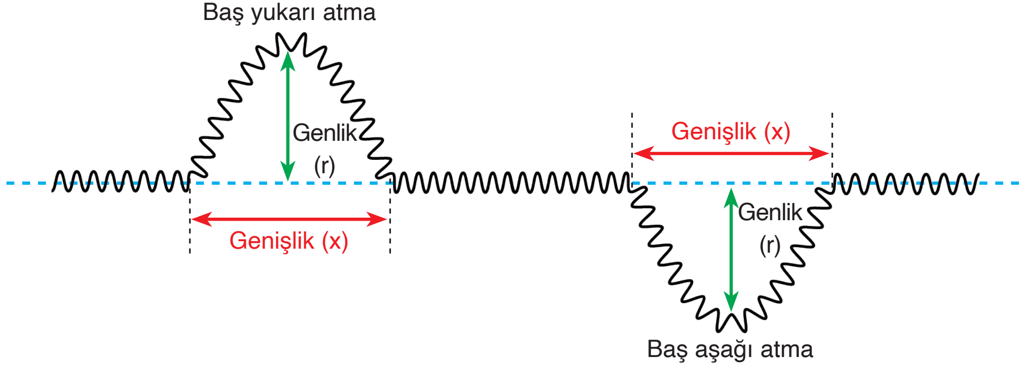
Değerlendirme

Bir yay üzerinde oluşturulan dalganın hızı, ilerleme yönü ve yay üzerindeki noktaların titreşim yönlerini incelemek için atma oluşturmak yeterli midir? Nedenlerini birkaç cümle ile açıklayınız.



Bir dalganın esnek bir ortamda yayılırken gösterdiği tüm davranışları atmalar da gösterir. Bu nedenle dalga hareketinin daha rahat incelenebilmesi için periyodik dalgalar yerine genellikle atmalar kullanılır.

Dalgalar için geçerli olan hız ile ortam ilişkisi atma için de geçerlidir. Atmalar periyodik olmayıp dalganın sadece bir parçasını oluşturduğundan atmanın frekans, periyot ve dalga boyundan bahsedilemez. Atmalarda dalgalar için kullanılan dalga boyu yerine, genişlik kavramı kullanılır. **Genişlik** bir atmanın iki ucu arasındaki uzaklıktır ve **x** harfiyle gösterilir (Şekil 3.9). SI birim sisteminde birimi **metre** (m) kabul edilir.



Şekil 3.9: *Baş aşağı ve baş yukarı atmanın genişlik ve genliği*

Atmalarda periyot yerine atmanın **oluşum süresi** kavramı kullanılır. Bir atmanın oluşum süresi, kaynağın o atmayı oluşturuncaya kadarki titreşim süresidir ve **Δt** sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **saniye** (s) kabul edilir. Bu tanımlara göre bir atmanın hızının büyüklüğü aşağıdaki matematiksel modelle hesaplanır.



MATEMATİKSEL MODEL

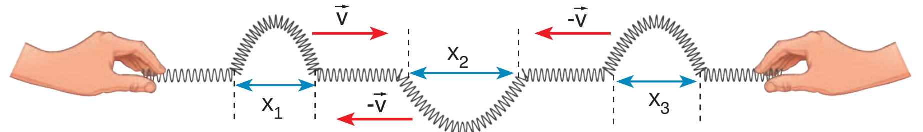
$$v = \frac{x}{\Delta t}$$

v : Atmanın hızı (m/s)

x : Atmanın genişliği (m)

Δt : Atmanın oluşum süresi (s)

Aynı ortamda oluşturulan atmalardan oluşum süresi büyük olanın genişliği de büyük olur. Şekil 3.10'da verilen atmalar aynı yay üzerinde olup $x_1 = x_3 < x_2$ ilişkisi vardır. Bu durumda x_2 atmasının oluşum süresi diğer atmalardan daha büyüktür. Ancak atmalar aynı ortamda hareket ettikleri için hızlarının büyüklükleri eşit olup $v_1 = v_2 = v_3$ ilişkisi vardır.



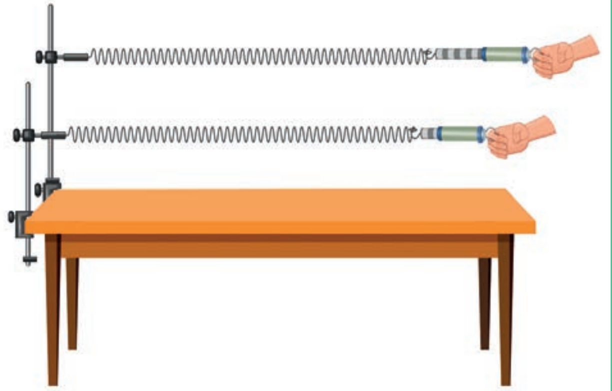
Şekil 3.10: *Atmaların genişliği*

Bütün dalgalarda olduğu gibi yay dalgalarında da dalganın hızı yayıldıkları ortamın özelliklerine bağlıdır. Yaylarda ortam olarak bahsedilen özellik, yayın ince (hafif) ya da kalın (ağır) olması durumudur. Yayda oluşturulan atmanın hızının bağlı olduğu değişkenleri kavramak için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

Etkinlik İsmi	**Yayda Oluşturulan Atmanın Hızının Bağlı Olduğu Değişkenler**	1 Ders Saati — Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Yaylarda oluşturulan atmanın hızının bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • 1 adet kalın ve 1 adet ince sarmal yay • Masa kıskaçları • Bağlama parçaları (ikili) • Metal çubuklar • 2 adet dinamometre • Video kaydedici

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.



1. Masaya sabitlediğiniz metal çubukların her birine ikili bağlama parçaları yardımıyla özdeş ince sarmal yaylar bağlayınız. Yayların diğer uçlarına dinamometreleri bağlayıp dinamometrelerin ucundan çekerek yayları gergin hâle getiriniz. Ancak yaylardan birini diğerinden daha gergin olacak şekilde daha büyük kuvvetle geriniz.
2. Her iki yayı da görebilecek şekilde video kaydedicinizi ayarlayıp başlatınız. Her iki yayda aynı anda baş yukarı atma oluşturunuz. Atmaların bağlama parçasına ulaşmasıyla video kaydını durdurunuz. Video kaydından hangi atmanın daha hızlı hareket ettiğini gözlemleyiniz.
3. Bu kez bağlama parçalarından birine ince, diğerine ise kalın yayı bağlayınız. Yayların diğer ucuna yine dinamometreleri bağlayınız. Her iki yayı da aynı kuvvetle gerecek şekilde yayları uzatıp gergin hâle getiriniz.
4. Her iki yayı görebilecek şekilde video kaydedicinizi ayarlayıp çalıştırınız. Her iki yayda aynı anda baş yukarı atma oluşturunuz. Atmaların bağlama parçasına ulaşmasıyla video kaydını durdurunuz. Video kaydından hangi atmanın daha hızlı hareket ettiğini gözlemleyiniz.

Değerlendirme

1. Sarmal yaylarda atmanın hızının büyüklüğü yayın hangi özelliklerine bağlıdır?



2. Yayı geren kuvvet ile atmanın hızının büyüklüğü arasındaki ilişki nedir?



Sarmal yayda oluşturulan atmanın hızının büyüklüğü, yayın gerginliği bir başka deyişle yayı geren kuvvetin büyüklüğünün kareköküyle doğru orantılıdır.

Atmanın hızının büyüklüğünü etkileyen diğer bir değişken ise yayın birim uzunluğunun kütlesi yani yayın boyca yoğunluğudur. Boyca yoğunluk **μ** sembolüyle gösterilir. Tanımdan da anlaşılacağı gibi boyca yoğunluk, yayın kütlesinin yayın uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanır ($\mu = m/L$). Aynı maddeden yapılmış ince bir yayın boyca yoğunluğu kalın bir yaya göre daha azdır. Atmanın hızının büyüklüğü yayın boyca yoğunluğunun kareköküyle ters orantılıdır.

Boyca yoğunluğu μ olan bir yay, F büyüklüğündeki bir kuvvetle gerildiğinde yayda oluşturulacak atmanın hızının büyüklüğü aşağıdaki matematiksel modelle hesaplanır.



MATEMATİKSEL MODEL

$$\mathbf{v} = \sqrt{\frac{\mathbf{F}}{\boldsymbol{\mu}}}$$

v : Atmanın hızı (m/s)

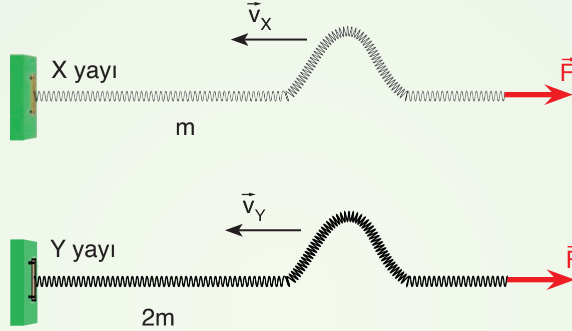
F : Yayı geren kuvvet (N)

μ : Boyca yoğunluk (kg/m)



ÖRNEK

Uzunlukları eşit X ve Y yaylarından X'in kütlesi m, Y'nin kütlesi ise 2m'dir. Her iki yay F büyüklüğündeki kuvvetle gerilerek yaylar üzerinde bir atma oluşturuluyor.



Buna göre yaylarda oluşturulan atmaların hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

Esnek yaylarda oluşturulan atmaların hız büyüklükleri

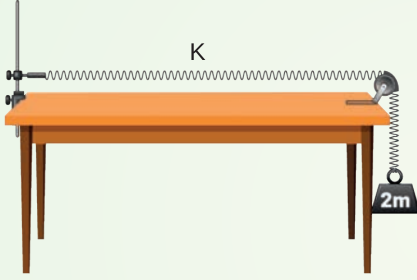
$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ matematiksel modeliyle hesaplanır. X ve Y yaylarının uzunlukları ve yayları geren kuvvetler eşit olup sadece kütleleri farklıdır. Kütlesi küçük olan yayın boyca yoğunluğu da küçüktür. Bu durumda X yayında oluşturulan atma, Y yayında oluşturulan atmadan daha hızlıdır.

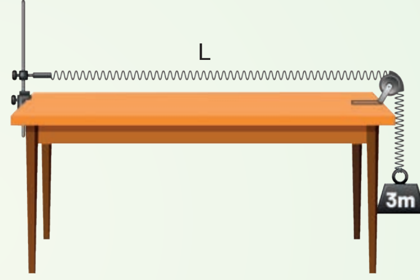
Buna göre $v_X > v_Y$ olur.



4. SIRA SİZDE

Özdeş iki yaydan K yayına 2m, L yayına ise 3m kütlesi bağlanarak kütlelerin dengeye gelmesi bekleniyor.





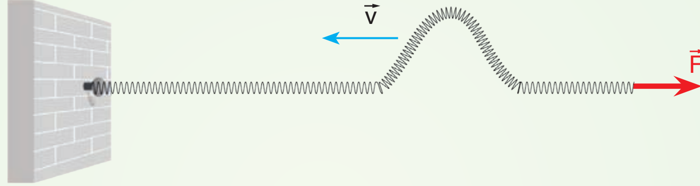
Buna göre K ve L yaylarında oluşturulan atmaların v_K ve v_L hız büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?





5. SIRA SİZDE

Esnek bir yay $\vec{F}$ kuvvetiyle gerilerek yay üzerinde oluşturulan baş yukarı atma v büyüklüğündeki hızla ilerlemektedir.



Buna göre atmanın v hız büyüklüğünü artırmak için

I. F kuvvetinin büyüklüğünü artırmak

II. Aynı uzunlukta aynı maddeden yapılmış daha kalın yay kullanmak

III. Atmanın genliği artırmak

işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır? Nedenini açıklayınız.



3.2.2. Yay Dalgalarında Yansıma ve İletim

Esnek ortamda oluşturulan bir atma veya dalga, başka bir ortamla karşılaştığında ya da hareket ettiği ortamın sonuna geldiğinde yansır ve geldiği ortama geri döner. Sürtünmelerin ihmal edildiği sistemde, çarptığı engele enerji aktarmıyorsa atmanın tamamı yansır. Yansıyan atmanın şeklini atmanın çarptığı ucun özellikleri belirler. Atmanın sabit ve serbest uçtan yansımasını gözlemleyebilmek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Atmanın Sabit ve Serbest Uçtan Yansıması**
Etkinliğin Amacı	**Esnek ortamda yayılan bir atmanın sabit ve serbest uçlardan yansıma şekillerini ve özelliklerini çizerek açıklayabilme.**

1 Ders Saati — Bireysel Çalışma

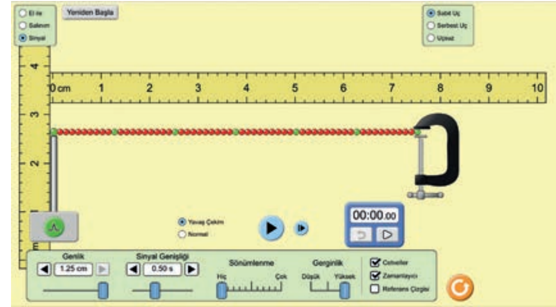
Nelere İhtiyacın Olacak?
- Bilgisayar
- Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Verilen genel ağ adresindeki simülasyonu açınız.



2. Simülasyon ekranında bulunan “Sinyal”, “Sabit Uç”, “Cetveller”, “Zamanlayıcı” ve “Yavaş Çekim” kutucuklarını işaretleyiniz. Genliği “1,25 cm”, sinyal genişliğini “0,50 s”, sönümlenmeyi “Hiç” ve gerginliği “Yüksek” olacak şekilde ayarlayınız. Solda ve üstte bulunan cetvelleri, dalganın genliğini ve genişliğini ölçebilecek konuma getiriniz.



3. Dalga kaynağının altında yer alan yeşil renkli sinyal işaretine basarak simülasyonu başlatınız. Kaynak tarafından oluşturulan atma ile sabit uçtan yansıyan atmayı gözlemleyerek şekillerini verilen boşluğa çiziniz.

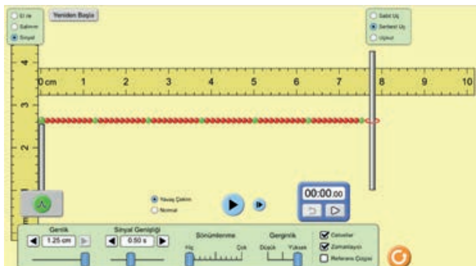
Gelen Atma	Yansıyan Atma

4. Gelen ve yansıyan atmanın genlik ve genişlik değerlerini cetveller yardımıyla ölçerek tablonun ilgili kısmına yazınız.

5. Gelen ve yansıyan atmanın yayılma hızlarının büyüklüklerini hesaplayarak tablonun ilgili kısmına yazınız.

	Genlik (m)	Genişlik (m)	Hız (m/s)
Gelen Atma			
Yansıyan Atma			

6. “Yeniden Başla” butonuna basarak simülasyonu durdurunuz. Sağ üst köşedeki “Serbest uç” kutucuğunu işaretleyiniz.





7. Yeşil renkli sinyal işaretine basarak simülasyonu tekrar başlatınız. Kaynak tarafından oluşturulan atma ile sabit uçtan yansıyan atmayı gözlemleyerek şekillerini aşağıdaki boşluğa çiziniz.

Gelen Atma	Yansıyan Atma

8. Gelen ve yansıyan atmanın genlik ve genişlik değerlerini cetveller yardımıyla ölçerek tablonun ilgili kısmına yazınız.

9. Gelen ve yansıyan atmanın yayılma hızlarının büyüklüklerini hesaplayarak tablonun ilgili kısmına yazınız.

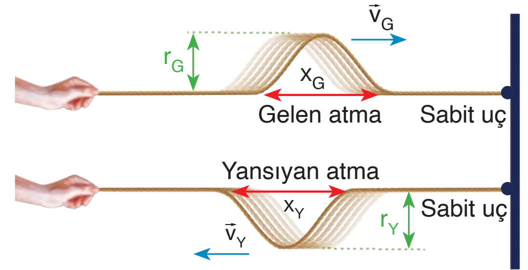
	Genlik (m)	Genişlik (m)	Hız (m/s)
Gelen Atma			
Yansıyan Atma			

Değerlendirme

1. Sabit uca gönderilen atma ile yansıyan atma arasındaki farklılıklar nelerdir?

2. Serbest uca gönderilen atma ile yansıyan atma arasındaki farklılıklar nelerdir?

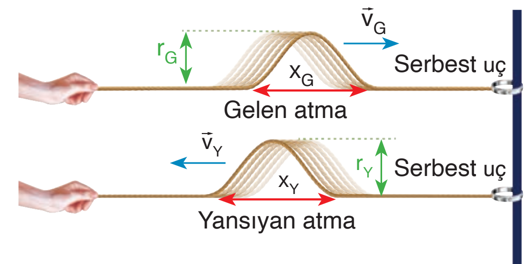
Etkinlikte görüldüğü gibi kaynak tarafından oluşturulan baş yukarı atma, duvar veya çivi gibi hareket etmeyen sabit bir uca çarptığında ters dönerek baş aşağı atma şeklinde yansır (Şekil 3.11). Bunun nedeni sabit noktanın yaya uyguladığı aşağı yönlü tepki kuvvetidir. Gelen ve yansıyan atma aynı ortamda ilerlediğinden hızının büyüklüğü (v_G ve v_Y) ve genişliği (x_G ve x_Y) değişmez. Çarpma anında atmanın enerji kaybetmediği kabul edilirse genliği (r_G ve r_Y) değişmez.



$v_G = v_Y$, $x_G = x_Y$ ve $r_G = r_Y$ olur.

***Şekil 3.11:** Atmanın sabit uçtan yansıması*

Oluşturulan baş yukarı atma, sürtünmelerin ihmal edildiği halka şeklindeki serbest hareket eden bir uca çarptığında yine baş yukarı atma olarak yansır (Şekil 3.12). Bunun nedeni, atmanın serbest uca çarpmasıyla halkayı atmanın genliğinden daha yükseğe çıkarması ve yayda oluşan gerilme kuvvetinin aşağı yönlü bileşeninin halkayı eski konumuna getirmesidir. Böylece baş yukarı gelen atma yine baş yukarı olarak yansır. Gelen ve yansıyan atma aynı ortamda ilerlediğinden hızının büyüklüğü (v_G ve v_Y) ve genişliği (x_G ve x_Y) değişmez. Gelen ve yansıyan atmanın çarpma anında enerji kaybetmediği kabul edilirse genliği (r_G ve r_Y) değişmez.

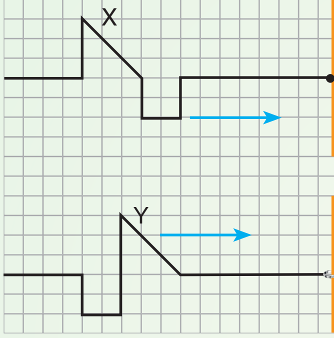


$v_G = v_Y$, $x_G = x_Y$ ve $r_G = r_Y$ olur.

***Şekil 3.12:** Atmanın serbest uçtan yansıması*



ÖRNEK

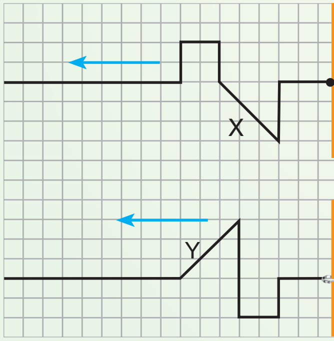


Esnek ve sürtünmelerin ihmal edildiği ortamda oluşturulan X ve Y atmaları verilmiştir. X atması sabit uca doğru ilerlerken Y atması serbest uca ilerlemektedir.

Buna göre X atmasının sabit uçtan ve Y atmasının serbest uçtan tamamen yansıdıktan sonraki şekilleri nasıl olur?



ÇÖZÜM



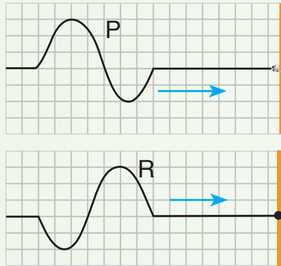
X atması sabit uca çarptığında tepe bölgesi çukur ve çukur bölgesi de tepe olacak şekilde yansır.

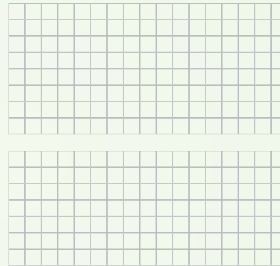
Y atması serbest uca çarptığında tepe bölgesi yine tepe ve çukur bölgesi yine çukur olacak şekilde yansır.



6. SIRA SİZDE

Aynı kuvvetle gerilmiş özdeş yaylarda P ve R atmaları oluşturuluyor.



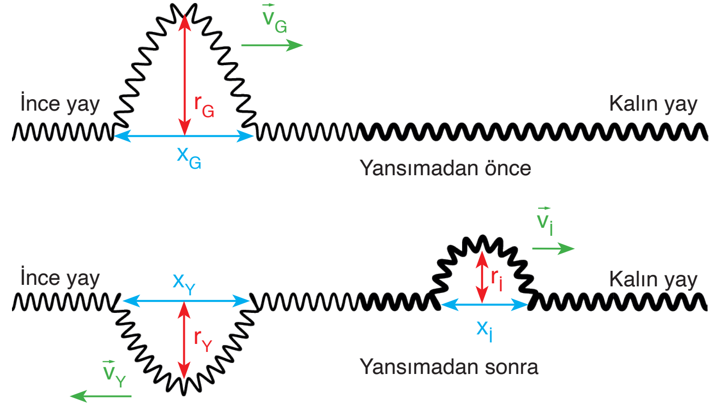


P atmasının serbest, R atmasının sabit uçtan tamamen yansıdıktan sonraki görünümleri nasıl olur? Verilen boşluğa çiziniz.
(Sürtünmeler ihmal ediliyor.)

Farklı ortamların birleşimiyle oluşturulan bir sistemde hareket eden bir atma, iki ortamın birleşim noktasına çarptığında atmanın enerjisinin bir kısmı ikinci ortama iletilir. Böylece her iki ortamda da yeni bir atma oluşur. Atmanın oluşturulduğu ortamda ilerleyen atmaya **gelen atma**, ikinci ortamda ilerleyen atmaya **iletilen atma** ve kendi ortamına geri dönen atmaya ise **yansıyan atma** denir. İletilen ve yansıyan atmaların özelliklerini atmanın oluşturulduğu ortam ile iletileceği ortamın özellikleri belirler.

İnce Yaydan Kalın Yaya Geçen Atmalar

İnce ve kalın yayın birleştirilmesiyle oluşan bir sistemde ince yaydan gönderilen atma birleşim noktasına ulaştığında kalın yay sabit uç gibi davranır. Böylece atmanın bir kısmı ters dönerek yansır. Atmanın diğer kısmı ise şeklini ve yönünü değiştirmeden kalın yaya iletilir (Şekil 3.13).



***Şekil 3.13:** İnce yayda oluşturulan atmanın kalın yaya geçişi ve yansıması*

Gelen, iletilen ve yansıyan atmaların hız, genlik ve genişlikleri arasındaki ilişkiler şu şekildedir.

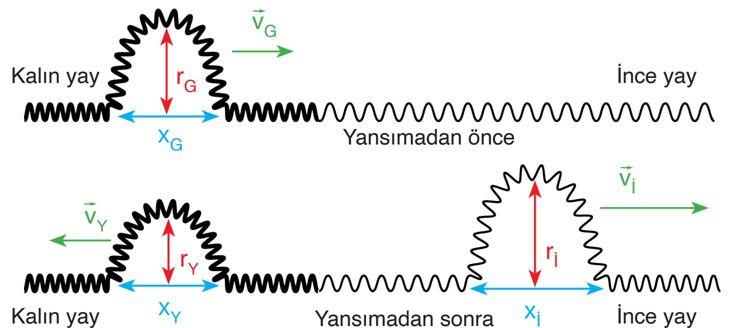
- Gelen atmanın enerjisi daima yansıyan ve iletilen atmaların enerjisinden büyüktür. Ancak yansıyan ve iletilen atmaların enerjileri arasında kesin yargıya varılamaz. Bu durum hangi atmaya ne kadar enerjinin aktarıldığıyla ilgilidir.
- Gelen atma, kalın yaya çarptığında kalın yayı daha küçük genlikle titreştirir. Bu nedenle iletilen atmanın genliği (r_i), gelen atmanın genliğinden (r_G) daha küçüktür. Gelen atma, enerjisinin bir kısmını kalın yaya aktardığından yansıyan atmanın genliği (r_Y), gelen atmanın genliğinden küçük olur.
- Gelen ve yansıyan atma ince yayda, iletilen atma kalın yayda ilerlediği için gelen atmanın hızının büyüklüğü (v_G), yansıyan atmanın hızının büyüklüğüne (v_Y) eşit ve iletilen atmanın hızının büyüklüğünden (v_i) fazladır.
- Gelen, yansıyan ve iletilen atmaların oluşum süreleri eşit olacağından atmaların genişlikleri hızlarının büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Buna göre gelen atmanın genişliği (x_G), yansıyan atmanın genişliğine (x_Y) eşit ve iletilen atmanın genişliğinden (x_i) büyüktür.

Buna göre atmaların genlikleri, hızlarının büyüklükleri ve genişlikleri arasında

$r_G > r_Y$, $r_G > r_i$, $v_G = v_Y > v_i$ ve $x_G = x_Y > x_i$ ilişkisi vardır.

Kalın Yaydan İnce Yaya Geçen Atmalar

Kalın yaydan ince yaya gönderilen atma birleşim noktasına ulaştığında ince yay serbest uç gibi davranır. Böylece atmanın bir kısmı ters dönmeden yansır. Atmanın diğer kısmı ise şeklini ve yönünü değiştirmeden ince yaya iletilir (Şekil 3.14).



***Şekil 3.14:** Kalın yayda oluşturulan atmanın ince yaya geçişi ve yansıması*

Gelen, iletilen ve yansıyan atmaların hız, genlik ve genişlikleri arasındaki ilişkiler şu şekildedir.

- Gelen atmanın enerjisi daima yansıyan ve iletilen atmaların enerjisinden büyüktür. Ancak yansıyan ve iletilen atmaların enerjileri arasında kesin yargıya varılamaz. Bu durum hangi atmaya ne kadar enerjinin aktarıldığıyla ilgilidir.
- Gelen atma ince yaya çarptığında yayı daha büyük genlikle titreştirir. Bu nedenle iletilen atmanın genliği (r_i), gelen atmanın genliğinden (r_G) daha büyüktür. Gelen atma enerjisinin bir kısmını ince yaya aktardığından yansıyan atmanın genliği de (r_Y) gelen atmanın genliğinden küçük olur.
- Gelen ve yansıyan atma kalın yayda, iletilen atma ince yayda ilerlediğinden gelen atmanın hızının büyüklüğü (v_G), yansıyan atmanın hızının büyüklüğüne (v_Y) eşit ve iletilen atmanın hızının büyüklüğünden (v_i) küçüktür.
- Gelen atmanın genişliği (x_G), yansıyan atmanın genişliğine (x_Y) eşit ve iletilen atmanın genişliğinden (x_i) küçüktür.

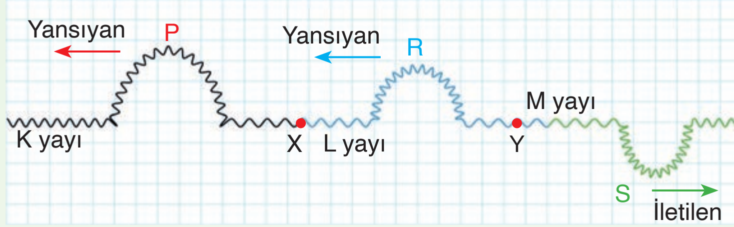
Buna göre atmaların genlikleri, hızlarının büyüklükleri ve genişlikleri arasında

$r_i > r_G > r_Y$, $v_G = v_Y < v_i$ ve $x_G = x_Y < x_i$ ilişkisi vardır.



ÖRNEK

K yayında oluşturulan bir atmanın X noktasından yansıyanı P, Y noktasından yansıyanı R ve Y noktasından iletileni S atması olarak verilmiştir.



Buna göre

a) K yayında oluşturulan atmanın şekli nedir?

b) K, L ve M yayları arasındaki kalınlık ilişkisi nedir?

c) P, R ve S atmalarının hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

a) Yayların kalınlıklarından bağımsız olarak ilk oluşturulan atma ile iletilen atma daima aynı şekle sahiptir. S atması iletilen olup baş aşağı olduğuna göre K yayında oluşturulan atmanın şekli baş aşağıdır.

b) K yayında oluşturulan baş aşağı atma X noktasından ters dönerek yansıdığına göre K yayı L yayından daha incedir.

K'den L'ye iletilen baş aşağı atma Y noktasından ters dönerek yansıdığına göre L yayı M yayından daha incedir. Bu durumda yayların kalınlık ilişkisi K < L < M şeklinde olur.

c) Yayların kalınlık ilişkisi bilindiğine göre P, R ve S atmalarının hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki $v_P > v_R > v_S$ olur.



ÖRNEK

Esnek K, L ve M yaylarının boyca yoğunlukları arasında $\mu_L > \mu_K > \mu_M$ ilişkisi vardır. K yayında oluşturulan baş yukarı atma, K ve L yaylarının birleşim yeri olan X noktasına doğru ilerlemektedir.

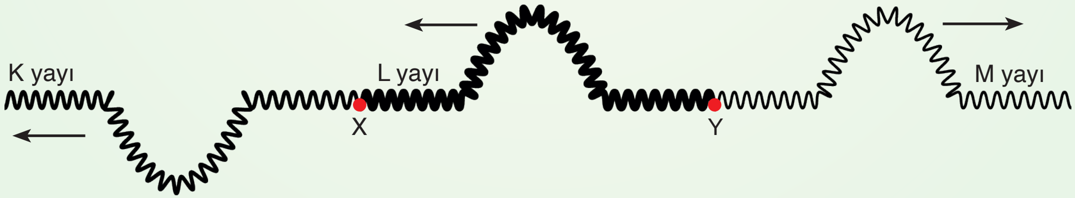


Buna göre yayların birleşim noktaları olan X ve Y'den ilk kez yansıyan atmalar ile Y noktasından M yayına ilk kez iletilen atmanın şekli nasıl olur?



ÇÖZÜM

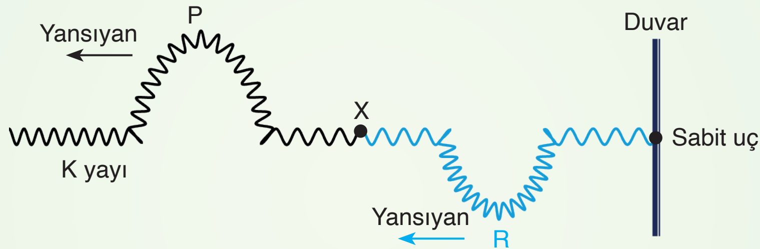
Yayların boyca yoğunlukları arasındaki ilişki ağırlıkları arasındaki ilişkiyi belirler. Bu durumda en ağır yay L ve en hafif yay M'dir. Buna göre X noktasına ulaşan baş yukarı atma, bu noktaya çarptığında ters dönerek baş aşağı atma şeklinde yansır. L yayına iletilen atma ise baş yukarı atma şeklindedir. L yayında ilerleyen baş yukarı atma, Y noktasına çarptığında bir kısmı baş yukarı atma şeklinde M yayına iletilen kısmı ise yine baş yukarı atma şeklindedir.





7. SIRA SİZDE

K yayında oluşturulan bir atmanın, X noktasından yansıyanı P ve duvardan yansıyanı R atmasıdır.



Buna göre P ve R atmalarının v_P ve v_R hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki nedir?



Aynı Ortamda Yayılan Atmaların Karşılaşması

Birbirleriyle karşılaşan atmalar, karşılaşma anında ortak bir şekil oluşturup sonrasında birbirleri içinden geçerek yollarına devam eder. Atmaların karşılaşma anında bir anlık oluşturdukları atmaya **bileşke atma** denir. Aynı ortamda ilerleyen iki atmanın karşılaşmasını incelemek için aşağıda yer alan etkinliği gerçekleştiriniz.



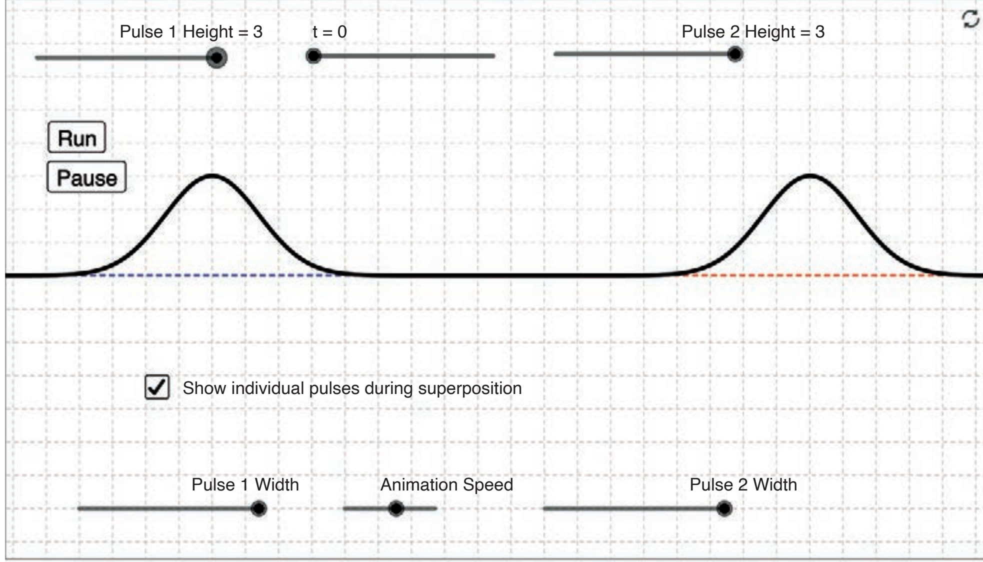
ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Aynı Ortamda İlerleyen İki Atmanın Karşılaşması**	1 Ders Saati / Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	**Aynı ortamda karşılaşan atmaların oluşturacağı bileşke atmanın şeklini çizebilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.



1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız.



2. Simülasyon ekranında “Pulse1Height” [pals van heyt (1. atmanın yüksekliği)] ve “Pulse2Height” [pals tu heyt (2. atmanın yüksekliği)] değişkenlerini 3 olarak ayarlayınız. “Pulse1Width” [pals van vith (1. atmanın genişliği)] ve “Pulse2Width” [pals tu vith (2. atmanın genişliği)] değişkenlerini en yüksek değere getiriniz.

3. “Run” [ran (harekete başla)] tuşuna basarak simülasyonu başlatınız. Atmaların karşılaştığı andan itibaren birbirinden ayrılıncaya kadar oluşturduğu şekli gözlemleyiniz. Atmaların tamamen üst üste binme anı, hemen öncesi ve hemen sonrasındaki bileşke atma görünümlerini aşağıda verilen boşluklara çiziniz.

Öncesi	Üst üste binme anı	Sonrası

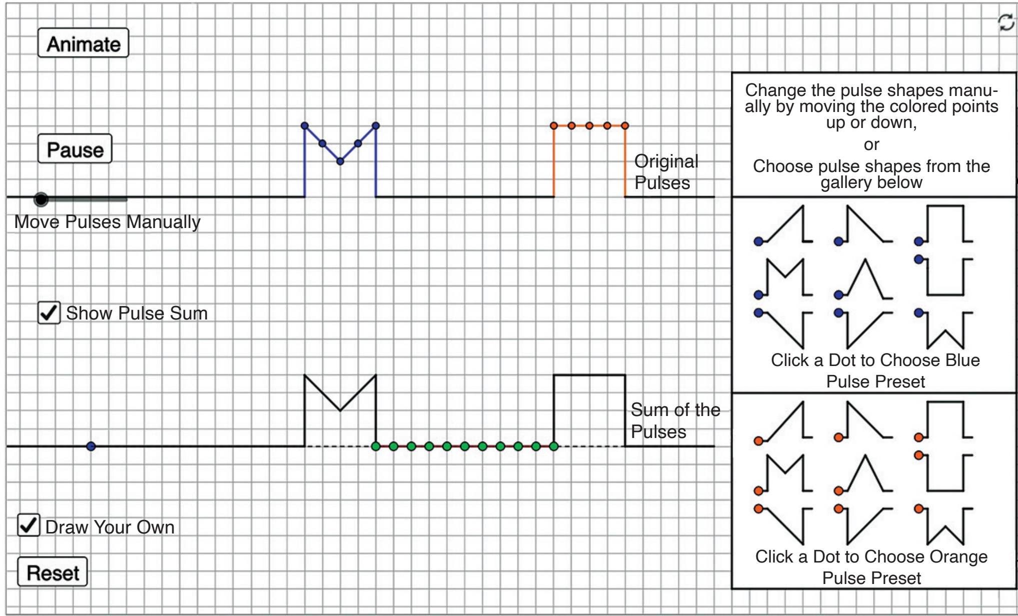


4. “Pulse2 Height” ayarıyla ikinci atmanın genliğini -3 değerine getirip simülasyonu yeniden çalıştırınız. Atmaların karşılaştıkları andan birbirlerinden ayrılmalarına kadar geçen sürede oluşturdukları şekli gözlemleyiniz. Atmaların tamamen üst üste binme anı, hemen öncesi ve hemen sonrasındaki bileşke atma görünümlerini aşağıda verilen boşluklara çiziniz.

Öncesi	Üst üste binme anı	Sonrası

5. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Simülasyon penceresinin sağ kenarında bulunan atma şekillerinden birinci atma için mavi renkli, ikinci atma için turuncu renkli atmalardan istediğinizi çift tıklayarak seçiniz. “Show Pulse Sum” [şov pals sam (bileşke atmayı göster)] ve “Draw Your Own” [drav yor ovn (kendin çiz)] kutucuklarını işaretleyiniz.





6. “Animate” [animeyt (canlandırma)] tuşuyla simülasyonu başlatınız. Atmaların karşılaştığı andan itibaren birbirinden ayrılıncaya kadar oluşturduğu şekli inceleyiniz. Atmaların tamamen üst üste binme anı, hemen öncesi ve hemen sonrasındaki bileşke atma görünümlerini aşağıda verilen boşluklara çiziniz.

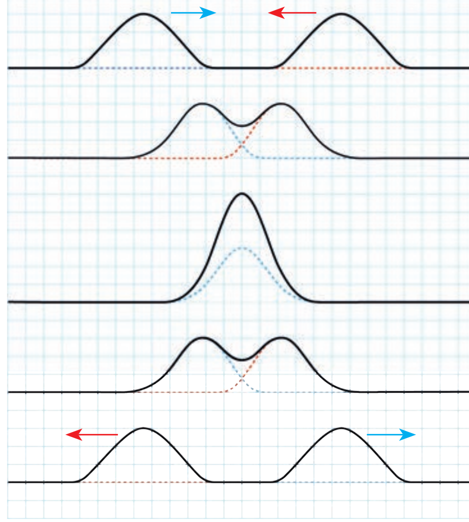
Öncesi	Üst üste binme anı	Sonrası

Değerlendirme

Bileşke atmanın genliği ile bileşkeyi oluşturan atmaların genlikleri arasındaki ilişki nedir?

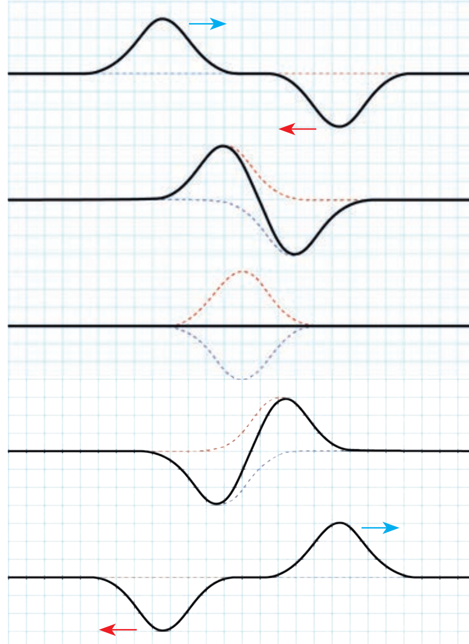


Üst üste binen iki baş yukarı atma, karşılaştıkları andan itibaren birbirlerini güçlendirerek daha büyük genlikli bileşke atmayı oluşturur. Atmaların tamamen üst üste binmesi anında bileşke atmanın genliği atmaların genliklerinin toplamına eşit olur. Üst üste binen atmalar daha sonra birbirlerinin içinden geçerek ilk durumlarını ve özelliklerini korumuş şekilde ilerlemeye devam eder (Şekil 3.15).



Şekil 3.15: *İki baş yukarı atmanın üst üste binme süreci*

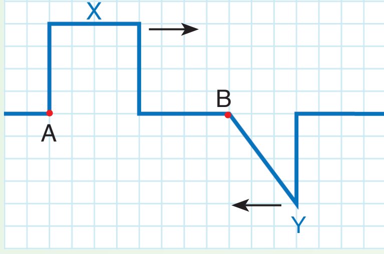
Etkinlikte görüldüğü gibi üst üste binen bir baş yukarı ve bir baş aşağı atma, karşılaştıkları andan itibaren birbirlerini sönümleyerek daha küçük genlikli bileşke atmayı oluşturur. Atmaların tamamen üst üste binmesi anında bileşke atmanın genliği atmaların genliklerinin farkına eşit olur. Üst üste binen atmalar, daha sonra birbirlerinin içinden geçerek ilk durumlarını ve özelliklerini korumuş şekilde ilerlemeye devam eder (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: *Baş yukarı ve baş aşağı atmaların üst üste binme süreci*



ÖRNEK



Kalınlığı her yerde aynı olan bir ortamda üretilmiş X ve Y atmalarının hareket yönleri verilmiştir.

X atmasının A noktası ile Y atmasının B noktasının ilk karşılaşma anında oluşan bileşke atmayı çizerek gösteriniz.



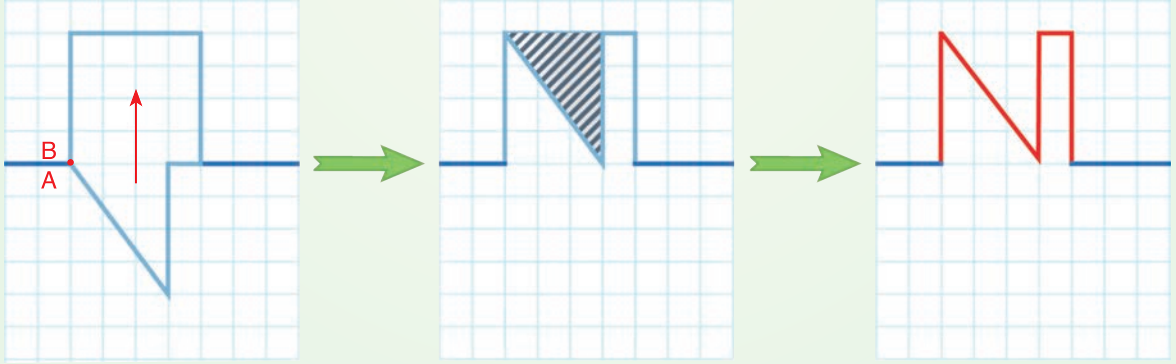
ÇÖZÜM

Bileşke atmanın çizimi adımlar hâlinde aşağıda verilmiştir.

1. Adım: Atmaların çakışan noktaları kesişecek şekilde atmalar tüm özellikleri korunarak alt alta çizilir.

2. Adım: Genliği ve genişliği küçük olan atma diğerinin en üst sınırına taşınır. Kesişen taralı bölge çıkarılır.

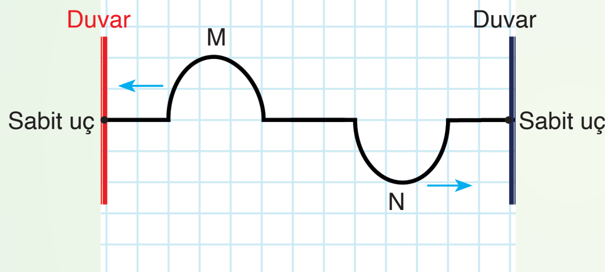
3. Adım: Kalan kısım bileşke atmanın şeklini verir.





8. SIRA SİZDE

Şekil I'de aynı ortamda yayılan genlikleri ve genişlikleri eşit M ve N atmaları verilmiştir. Atmaların hızlarının büyüklükleri 1 kare/s'dir.



Şekil I



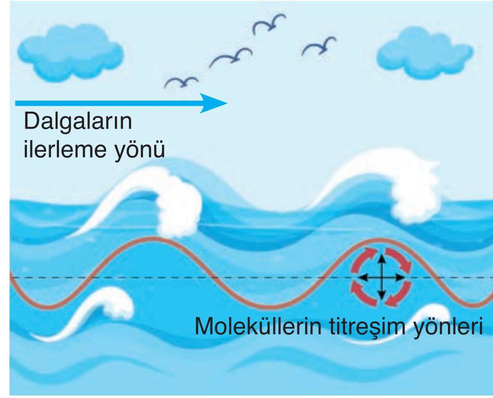
Şekil II

Atmaların 9. saniyede oluşturacağı şekil nasıl olur? Şekil II'de verilen boşluğa çiziniz.

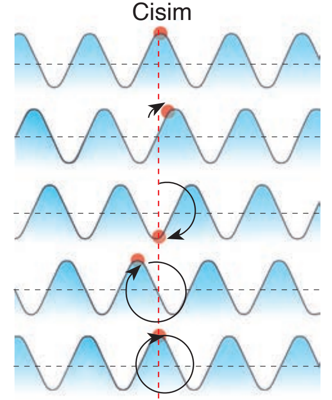
3.3. SU DALGASI

İçi su dolu durgun bir havuzun ya da denizin yüzeyi, su moleküllerinin oluşturduğu gergin bir zar tabakası gibidir. Bu tabakada oluşturulan bir titreşimin ortam boyunca yayılmasıyla su yüzeyinde dalga hareketi oluşur. Derinlerde enerji kaybederek yok oldukları için sadece su yüzeyinde yayılan bu dalgalara **yüzey dalgaları** denir. Bu nedenle dalgalı bir denizde deniz yüzeyindeki cisimler dalgadan etkilenirken deniz altındaki balık veya bitkiler etkilenmez.

Mekanik dalgalar grubunda yer alan su dalgalarında yüzeydeki her su molekülü, hem aşağı ve yukarı hem de ileri ve geri yaptığı titreşim hareketinin birleşimiyle oluşan çembersel bir yörünge izler (Şekil 3.17). Suda yüzen cisim, bir periyotluk sürede dalga hareketiyle birlikte bulunduğu noktada bir tur çembersel hareket yaparak tekrar aynı konumuna geri döner (Şekil 3.18). Bu davranışı nedeniyle su dalgaları enine ve boyuna dalgaların bileşkesi olan özel dalgalardır.



Şekil 3.17: *Su dalgasında moleküllerin hareketi*

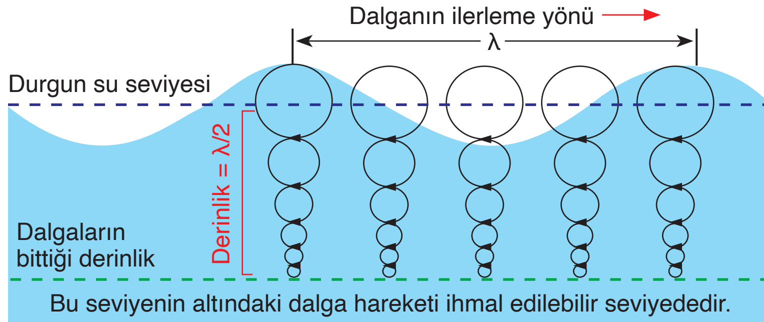


Şekil 3.18: *Su dalgasında bir cismin hareketi*



YORUMLAYINIZ

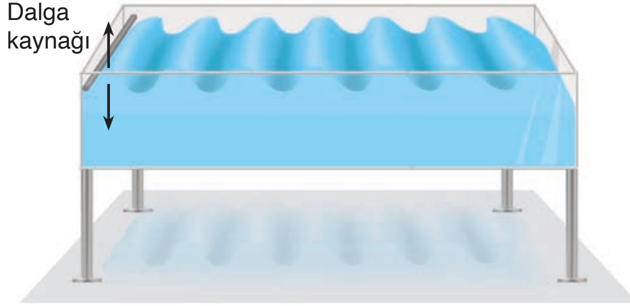
Su yüzeyinde dairesel hareket yapan su dalgalarının titreşim genlikleri derinlere doğru küçülür. Yüzeyde oluşan su dalgalarının dalga boyunun yarısı kadar derinlikte su moleküllerinin titreşimi neredeyse sıfır olur. Bu nedenle derinlerde dalga hareketi hissedilmez.



Su dalgalarının derinlerde etkisini kaybetmesinin nedenini ve bu durumun denizlerde yaşayan canlıları nasıl etkilediğini yorumlayınız.



Su dalgaları titreşim hareketini başlatan kaynağın özelliğine göre farklı şekillerde oluşabilir. Doğrusal bir kaynağın suya batırılıp çekilmesiyle oluşan dalgalar **doğrusal su dalgalarıdır** (Şekil 3.19). Düz bir tahta parçasının veya cetvelin yatay olarak suya batırılıp çıkarılmasıyla oluşan dalgalar ve rüzgârın etkisiyle denizlerde oluşan dalgalar doğrusal su dalgalarına örnektir (Görsel 3.6).

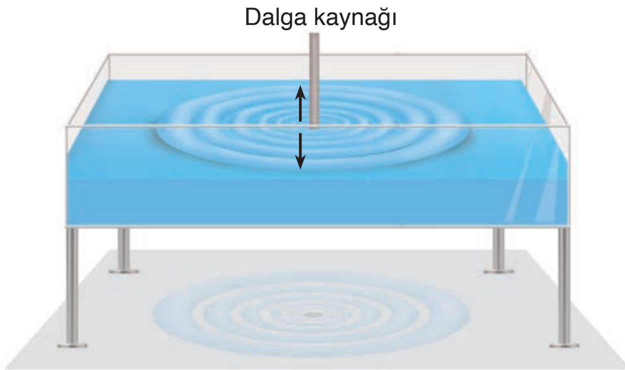


Şekil 3.19: *Doğrusal su dalgalarının oluşumu*



Görsel 3.6: *Denizlerde oluşan doğrusal su dalgaları*

Noktasal bir kaynağın suya batırılıp çıkarılmasıyla oluşan dalgalar, **dairesel su dalgalarıdır** (Şekil 3.20). Bir çubuğun ucu suya batırılıp çıkarılınca oluşan dalgalar ve periyodik biçimde damlayan suyun suda oluşturduğu dalgalar, dairesel su dalgalarına örnek olarak verilebilir (Görsel 3.7).

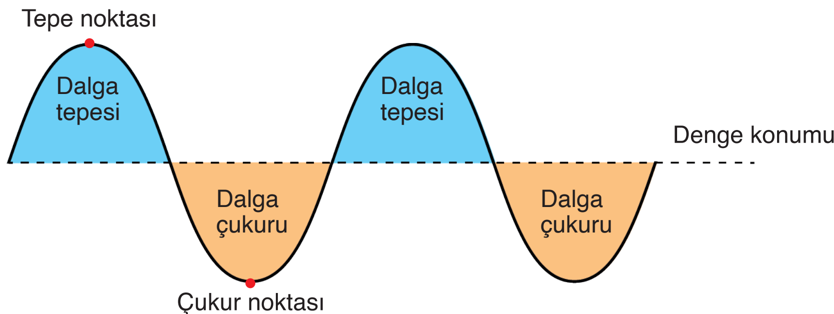


Şekil 3.20: *Dairesel su dalgalarının oluşumu*



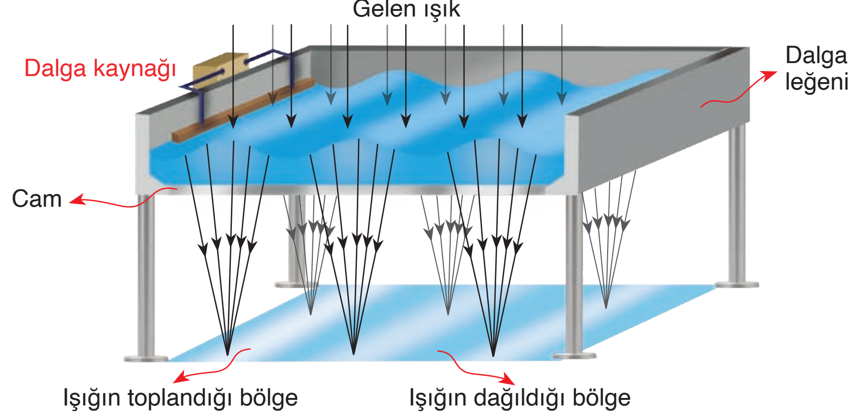
Görsel 3.7: *Su damlasının oluşturduğu dairesel su dalgaları*

Hem doğrusal hem de dairesel su dalgası, denge konumunun üstünde bulunan bir tepe ve denge konumunun altında bulunan bir çukurdan oluşur (Şekil 3.21). Dalga tepesinin en üst noktasına **tepe noktası**, dalga çukurunun en alt noktasına **çukur noktası** denir.



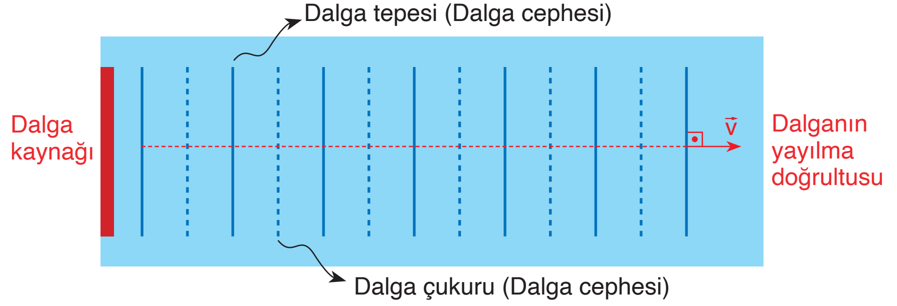
Şekil 3.21: *Su dalgalarının tepe ve çukur noktası*

Su dalgalarının özelliklerini ve davranışlarını incelemek için laboratuvarlarda dalga leğenleri kullanılır. Dalga leğeninde oluşturulan su dalgalarının üstüne ışık düşürüldüğünde dalga leğeninin altında aydınlık ve karanlık bölgeler oluşur. Dalga tepeleri ışığı toplayarak aydınlık bölgeler oluştururken dalga çukurları ise ışığı dağıtarak karanlık bölgeleri oluşturur (Şekil 3.22).



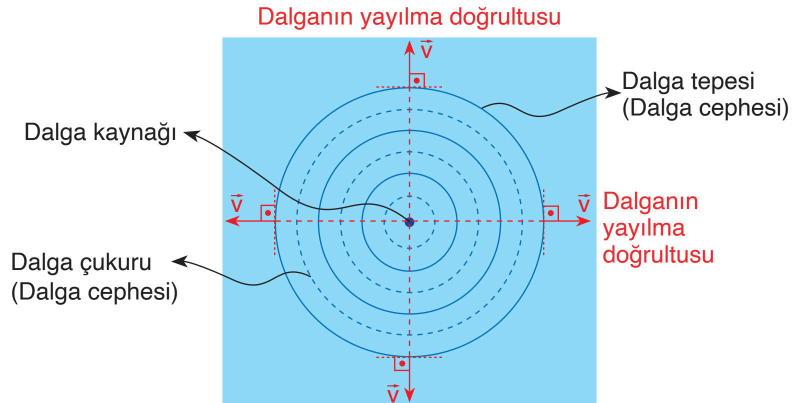
Şekil 3.22: *Doğrusal su dalgalarının oluşturduğu karanlık ve aydınlık bölgeler*

İki veya üç boyutlu dalgalarda aynı özellikteki dalga tepelerinin veya dalga çukurlarının oluşturduğu çizgilere **dalga cephesi** adı verilir. Dalga cepheleri daima dalganın ilerleme doğrultusuna diktir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23: *Doğrusal su dalgalarında dalga cephesi*

Dairesel su dalgaları kaynak noktasından itibaren her yönde genişleyen halkalar hâlinde yayılır. Dalganın ilerleme yönü yarıçap doğrultusunda halkanın merkez noktasından dışarı doğrudur (Şekil 3.24).



Şekil 3.24: *Dairesel su dalgalarında dalga cephesi*

3.3.1. Doğrusal Su Dalgalarının Yansıması

Tüm dalga türlerinde olduğu gibi su dalgaları da bir engele çarptığında yansır. Doğrusal su dalgalarının bir engelden yansıdıktan sonraki doğrultusu ve şekli engelin geometrik özelliklerine bağlıdır. Doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansımasını gözlemlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

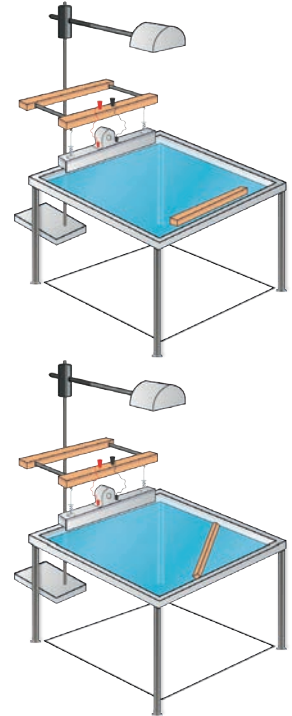
Etkinlik İsmi	**Doğrusal Su Dalgalarının Doğrusal Engelden Yansıması**
Etkinliğin Amacı	**Doğrusal su dalgalarının doğrusal engelden yansımasını analiz edebilme.**

 2 Ders Saati  Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Dalga leğeni takımı
- Beyaz karton
- Doğrusal engel
- Fotoğraf makinesi

Öğretmene Not: *Öğrencileri küçük gruplara ayırarak her grubun deneyi ayrı ayrı yapmasını sağlayınız. Öğrencilerden değerlendirme sorusunu grup olarak cevaplamalarını isteyiniz.*

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.



1. Dalga leğenini derinliği 3 cm olacak şekilde su ile doldurunuz. Su durgun hâle geldikten sonra beyaz kartonu leğenin altına seriniz.

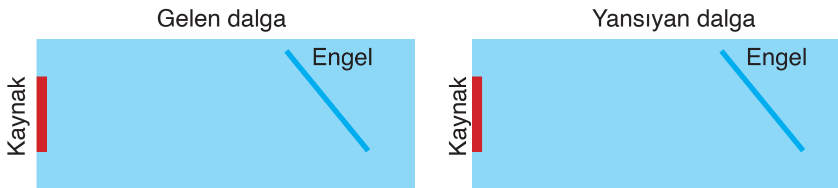
3. Doğrusal engeli şekilde görüldüğü gibi dalga kaynağının karşısındaki kenara ve gelen dalgaya paralel olacak şekilde yerleştiriniz.

4. Dalga leğeni takımında bulunan lambayı yakınız ve doğrusal dalga kaynağını motora bağlayarak çalıştırınız.

5. Engele çarpan ve engelden yansıyan doğrusal su dalgalarının beyaz kartondaki görüntüsünün fotoğrafını çekiniz. Gelen ve yansıyan dalgaların engel ile yaptıkları açıları fotoğraf üzerinde bulunuz.

6. Şekilde görüldüğü gibi doğrusal engeli kaynağın karşısındaki kenarla 45° açı yapacak şekilde yerleştiriniz.

7. Dalga kaynağını çalıştırarak engele çarpan ve engelden yansıyan doğrusal su dalgalarının kartondaki görüntüsünün fotoğrafını çekiniz. Gelen ve yansıyan dalgaların engel ile yaptıkları açıları fotoğraf üzerinde bulunuz. Ölçtüğünüz yansıma şekillerini açılara uygun olarak aşağıdaki şekillerin üzerine çiziniz.



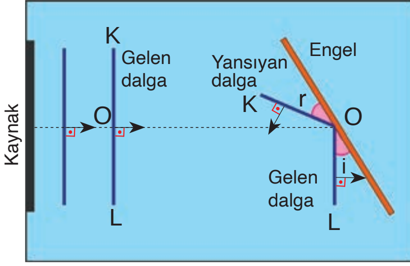
Değerlendirme

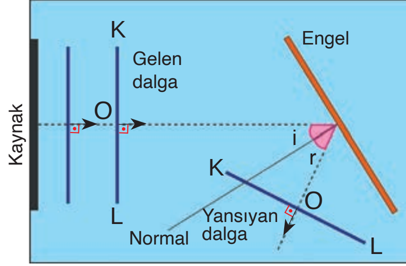
Gelen su dalgası ve yansıyan su dalgasının engel ile yaptığı açılar arasındaki ilişki nedir?

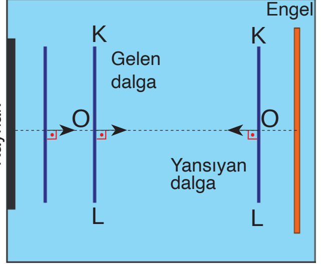


Doğrusal engele belli bir açıyla çarpan doğrusal su dalgaları, engele ilk çarptığı noktadan itibaren yansıyarak yine doğrusal dalgalar hâlinde engelden uzaklaşır. Gelen dalganın engel yüzeyi ile yaptığı açıya **gelme açısı** (i), yansıyan dalganın engel yüzeyi ile yaptığı açıya ise **yansıma açısı** (r) denir. Engel yüzeyine dik çizilen doğruya ise o **yüzeyin normali** (N) denir (Şekil 3.25). Yansıma kanunlarına göre gelme açısı yansıma açısına eşittir (i = r).

Su dalgaları kaynağa paralel olarak yerleştirilen engele çarptıklarında aynı doğrultuda yön değiştirerek yine engele paralel olacak şekilde yansır. Bu durumda dalgaların gelme açısı 0° olup yansıma açısı da yine 0° olur (Şekil 3.26).







Şekil 3.25: *Doğrusal engele i açısıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması*

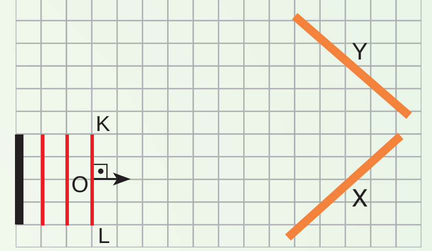
Şekil 3.26: *Doğrusal engele paralel gelen doğrusal su dalgalarının yansıması*



ÖRNEK

Derinliği her yerde aynı olan bir dalga leğeninde üretilen doğrusal su dalgası verilmiştir.

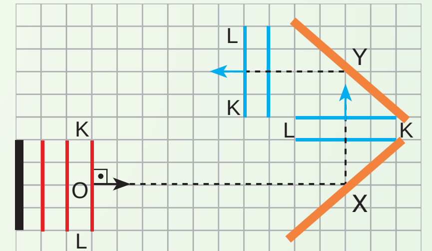
Buna göre doğrusal su dalgasının önce X sonra Y doğrusal engelinden yansıdıktan sonraki şeklini ve yayılma doğrultusunu çizerek gösteriniz.





ÇÖZÜM

Doğrusal su dalgasını oluşturan her nokta yansıma kanunlarına uygun davranır. Bu sebeple yansıyan dalga çizilirken dalga üzerinde belirlenmiş birkaç noktanın yansımasından yararlanılabilir. K, O ve L noktalarının dolayısıyla dalganın yansıması şekildeki gibi olur.

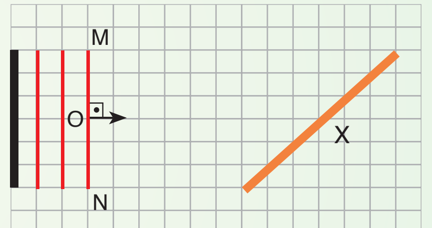




9. SIRA SİZDE

Derinliği her yerinde aynı olan bir dalga leğeninde üretilen doğrusal su dalgası verilmiştir.

Doğrusal su dalgasının O noktası X engeline çarptığı andaki görüntüsü nasıl olur? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.



Doğrusal su dalgalarının parabolik engellerden yansımasını incelemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (DENEY)

 2 Ders Saati  Grup Çalışması

Etkinlik İsmi	**Doğrusal Su Dalgalarının Parabolik Engellerden Yansıması**
Etkinliğin Amacı	**Doğrusal su dalgalarının parabolik engellerden yansıma şeklini çizerek özelliklerini açıklayabilme.**

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Dalga leğeni takımı
- Parabolik engel
- Beyaz karton

Öğretmene Not: *Öğrencileri küçük gruplara ayırarak her grubun deneyi ayrı ayrı yapmasını sağlayınız. Öğrencilerden değerlendirme sorusunu grup olarak cevaplamalarını isteyiniz.*

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

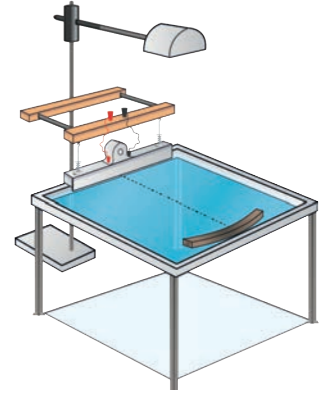
1. Dalga leğenini 3 cm derinliğinde suyla doldurunuz. Suyun durgun hâle gelmesini bekleyiniz.

2. Beyaz kartonu dalga leğeninin altına seriniz.

3. Parabolik engelin çukur kısmını şekilde görüldüğü gibi kaynağın tam karşısına yerleştiriniz.

4. Dalga leğeni takımında bulunan lambayı yakınız ve doğrusal dalga kaynağını motora bağlayarak çalıştırınız.

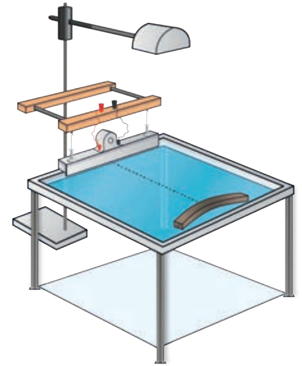
5. Deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.

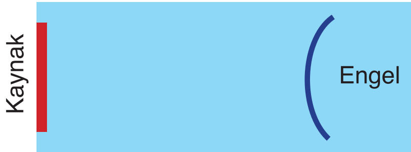




6. Parabolik engelin tümsek kısmını gelen dalgaya dönük olacak biçimde leğene yerleştirerek dalga kaynağını çalıştırınız.

7. Deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.



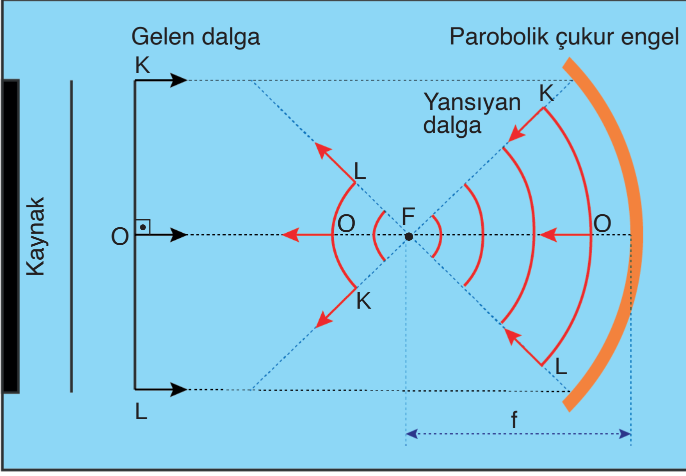


Değerlendirme

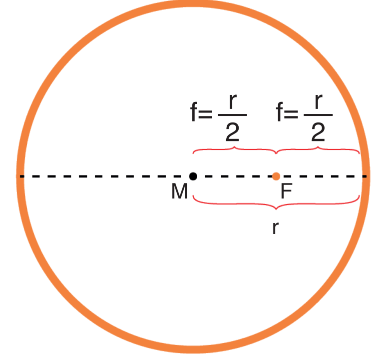
Doğrusal su dalgalarının parabolik engellerden yansıması sonucunda aldıkları şeklin sebebini yansıma kanunları ile açıklayınız.



Doğrusal su dalgaları parabolik engellerden yansıdıktan sonra dairesel dalgalara dönüşür. Parabolik çukur engele çarpan doğrusal su dalgaları, engelden yansıdıktan sonra dairesel olarak bir noktada toplanır ve tekrar açılarak genişleyen halkalar şeklinde ilerler (Şekil 3.27). Yansıyan dairesel dalgaların toplanma noktası parabolik çukur engelin yarıçapının yarısı kadar uzaklıktaki bir noktadır. Bu noktaya parabolik çukur engelin **odak noktası** denir. Odak noktası **F** harfiyle gösterilir. Odak noktasının engele uzaklığına ise **odak uzaklığı** adı verilir ve odak uzaklığı **f** harfiyle gösterilir. Çukur engelin yarıçapı r olmak üzere f = r/2'dir (Şekil 3.28).

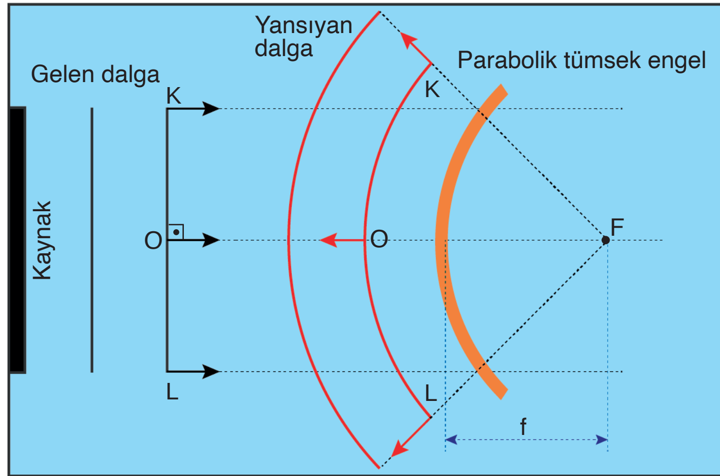


Şekil 3.27: *Doğrusal su dalgalarının parabolik çukur engelden yansıması*



Şekil 3.28: *Parabolik engelin odak uzaklığı*

Doğrusal su dalgaları parabolik tümsek engelden gitgide genişleyen dairesel dalgalar şeklinde yansır (Şekil 3.29). Yansıyan bu dalgalar tümsek engelin arkasında bulunan noktasal bir kaynaktan çıkıyor gibidir. Bu nokta tümsek engelin odak noktasıdır.



Şekil 3.29: *Doğrusal su dalgalarının parabolik tümsek engelden yansıması*

3.3.2. Dairesel Su Dalgalarının Yansıması

Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engelden yansıdıktan sonraki doğrultusu ve şekli, kaynağın engele uzaklığına ve engelin geometrik özelliklerine bağlıdır. Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engellerden yansımasını incelemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

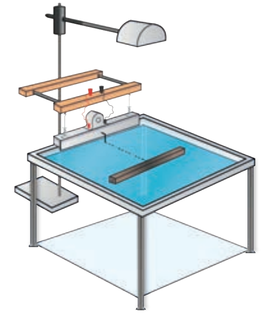
 **ETKİNLİK (DENEY)** 

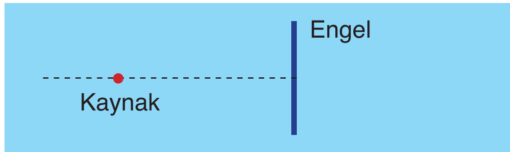
Etkinlik İsmi	**Dairesel Su Dalgalarının Doğrusal ve Parabolik Engellerden Yansıması**	 2 Ders Saati  Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engellerden yansıma şeklini çizerek özelliklerini açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Dalga leğeni takımı • Doğrusal engel • Parabolik engel • Beyaz karton

Öğretmene Not: *Öğrencileri küçük gruplara ayırarak her grubun deneyi ayrı ayrı yapmasını sağlayınız. Öğrencilerden değerlendirme sorusunu grup olarak cevaplamalarını isteyiniz.*

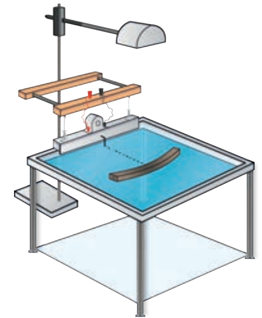
Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

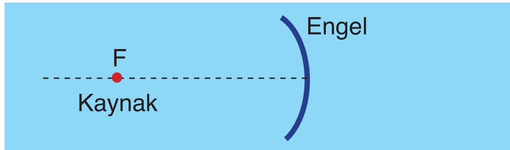
1. Dalga leğenini 3 cm derinliğinde suyla doldurunuz ve su durgun hâle geldikten sonra beyaz kartonu dalga leğeninin altına seriniz.
2. Doğrusal engeli şekilde görüldüğü gibi dalga leğeninin tam ortasına yerleştiriniz.
3. Dalga leğeni takımında bulunan noktasal dalga kaynağını motora bağlayarak çalıştırınız. Dalga leğeninin üstündeki lambayı yakınız.
4. Deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.



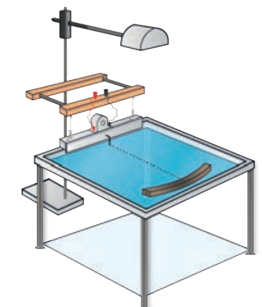


5. Doğrusal engeli kaldırarak yerine parabolik çukur engeli yerleştiriniz. Engelin odak noktasını belirledikten sonra noktasal dalga kaynağını engelin odak noktasına yerleştiriniz.
6. Dalga kaynağını çalıştırıp deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.



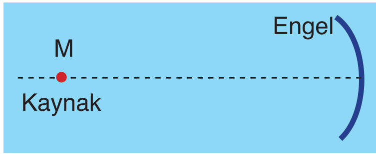


7. Noktasal kaynak parabolik çukur engelin merkezine gelecek şekilde engeli dalga leğeninin içine yerleştiriniz.



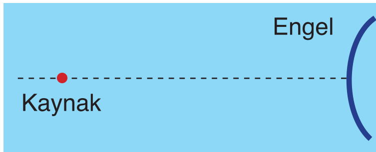


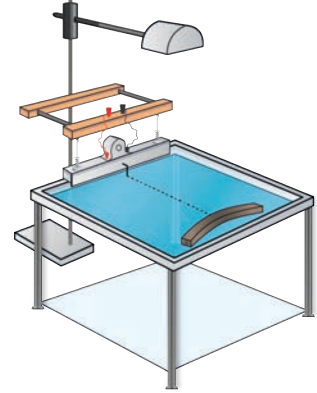
8. Dalga kaynağını çalıştırıp deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.



9. Parabolik engeli ters çevirerek şekildeki gibi tümsek yüzeyi dalga kaynağına bakacak şekilde dalga leğeninin içine yerleştiriniz.

10. Dalga kaynağını çalıştırınız ve deneyde gözlemlediğiniz yansımayı aşağıdaki şeklin üzerine çiziniz.

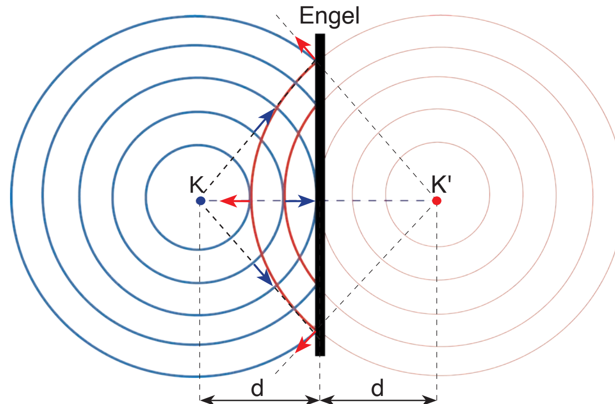




Değerlendirme

Dairesel su dalgalarının doğrusal ve parabolik engellerden yansıması sonucunda aldıkları şeklin sebebini Yansıma Kanunları'yla açıklayınız.

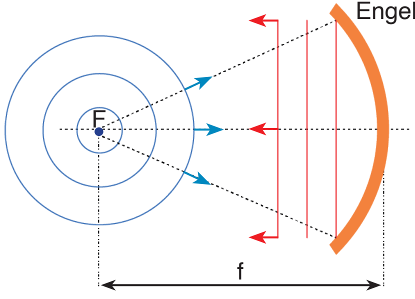
Etkinlikte görüldüğü gibi K noktasında üretilen dairesel su dalgaları, doğrusal bir engele çarptığında engelin arkasında K' noktasında üretilmiş dairesel dalgaların devamı gibi yansır (Şekil 3.30). Gelen ve yansıyan dairesel su dalgalarının merkez noktaları (K ve K') engele eşit uzaklıkta olup her iki nokta engele göre simetriktir.



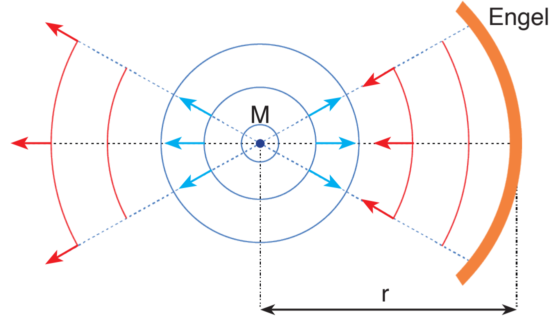
Şekil 3.30: *Dairesel su dalgalarının doğrusal engelden yansıması*

Parabolik çukur engelin odak noktasında üretilen dairesel su dalgaları, çukur engele çarptığında doğrusal dalgalar hâlinde yansır (Şekil 3.31).

Parabolik çukur engelin merkezinde üretilen dairesel su dalgaları, çukur engele çarptığında yine dairesel dalgalar olarak yansır. Yansıyan dairesel su dalgaları engelin merkezinde toplanır ve sonrasında genişleyerek ilerlemeye devam eder (Şekil 3.32).



***Şekil 3.31:** Odakta üretilen dairesel su dalgalarının parabolik çukur engelden yansıması*



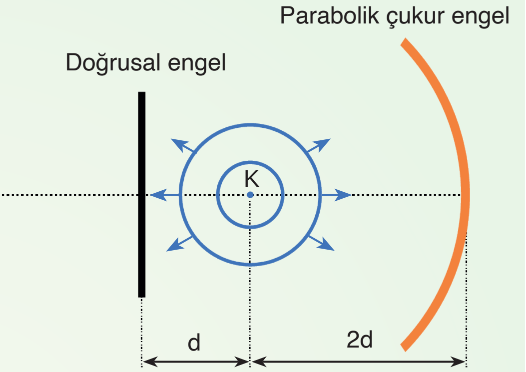
***Şekil 3.32:** Merkezde üretilen dairesel su dalgalarının parabolik çukur engelden yansıması*



ÖRNEK

K noktasındaki noktasal kaynak tarafından üretilen dairesel su dalgaları önce doğrusal engele çarpıyor ve yansıyarak yarıçapı 8d olan parabolik çukur engele ulaşıyor.

Buna göre parabolik çukur engelden yansıyan dalgaların şekli nasıl olur?

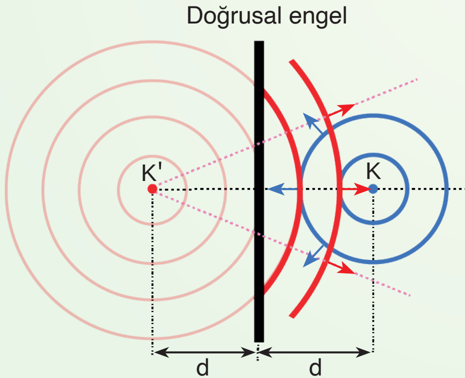




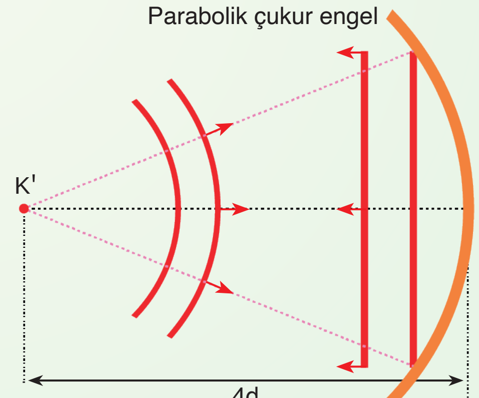
ÇÖZÜM

K noktasında üretilen dairesel su dalgaları, doğrusal engele çarptığında engelin arkasındaki K' noktasından gelen dairesel su dalgalarının devamı gibi yansır (Şekil I).

K' noktasının parabolik çukur engele uzaklığı 4d olup bu uzaklık engelin odak uzaklığıdır. Bu durumda doğrusal engelden yansıyarak gelen su dalgaları, parabolik engelden doğrusal su dalgaları hâlinde yansır (Şekil II).



Şekil I



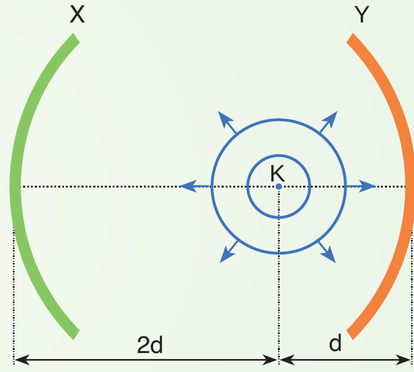
Şekil II



10. SIRA SİZDE

K noktasal kaynağından üretilen su dalgaları önce Y sonra X parabolik çukur engelinden yansıyor. X ve Y parabolik çukur engellerinin yarıçapları eşit ve 2d kadardır.

Buna göre X engelinden yansıyan su dalgalarının şekli nasıl olur? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.





TARTIŞINIZ

Kıyıya sınır olan yerleşim yerlerinde veya otoyollarda dalgalardan korunmak için deniz kenarlarına engeller inşa edilir. Bu engeller rastgele yerleştirilmiş taşlar şeklinde olabildiği gibi düz duvar veya son dönemlerde yaygınlaşan hâliyle kavisli duvarlar şeklinde olabilir. Bu engellere ait bazı görseller aşağıda verilmiştir.







Yukarıda verilen görsellerdeki engellerin farklı şekillerde inşa edilmesinin sebeplerini tartışınız. Tartışma bulgularınızı yazınız.



3.3.3. Ortam Derinliğinin Su Dalgalarının Yayılma Hızına Etkisi

Yay dalgalarında olduğu gibi su dalgalarının da hızını ortamın özellikleri belirler. Su dalgalarının hızını belirleyen etken ortamın (suyun) derinliğidir. Su derinliğinin dalga hızına etkisini gözlemlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

 1 Ders Saati  Grup Çalışması

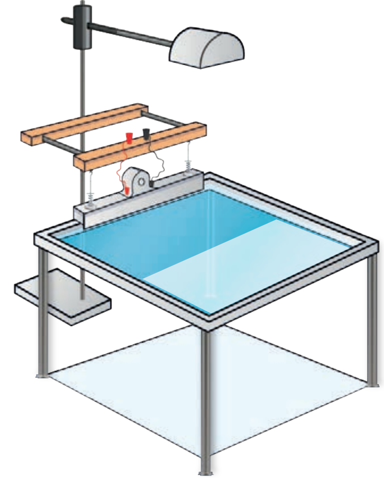
Etkinlik İsmi	**Su Derinliğinin Dalga Hızına Etkisi**
Etkinliğin Amacı	**Derinliğin değişmesiyle ortamda yayılan su dalgalarının hızında ve dalga boyunda meydana gelen değişimi yorumlayabilme.**

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Dalga leğeni takımı
- Doğrusal dalga kaynağı
- 2 cm kalınlığında cam levha
- Cetvel
- Beyaz karton
- Fotoğraf makinesi (cep telefonu vb.)

Öğretmene Not: *Öğrencileri küçük gruplara ayırarak her grubun deneyi ayrı ayrı yapmasını sağlayınız. Öğrencilerden değerlendirme sorusunu grup olarak cevaplamalarını isteyiniz.*

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

1. Dalga leğenini 3 cm derinliğinde suyla doldurunuz ve su durgun hâle geldiğinde beyaz kartonu dalga leğeninin altına seriniz.
2. Cetveli dalgaların yayılma doğrultusuna dik olacak şekilde karton üzerine yerleştiriniz.
3. Cam levhayı dalga kaynağına paralel olacak şekilde kaynağın karşısındaki kenara şekilde görüldüğü gibi yerleştiriniz.
4. Dalga leğeni takımında bulunan doğrusal dalga kaynağını motora bağlayarak çalıştırınız. Dalga leğeninin üstündeki lambayı yakınız.
5. Dalgaların kartona düşen görüntüsünün fotoğrafını çekiniz ve aşağıda verilen şekil üzerinde çiziniz. Derin ve sığ bölgedeki su dalgalarının dalga boylarını karşılaştırınız.



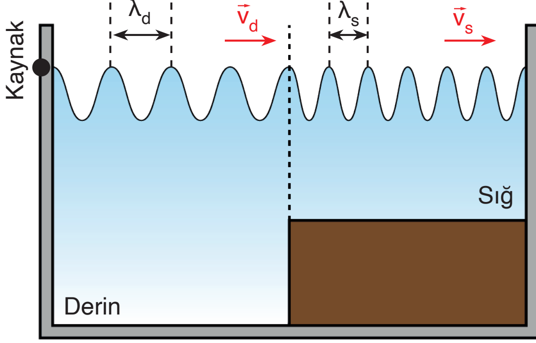


Değerlendirme

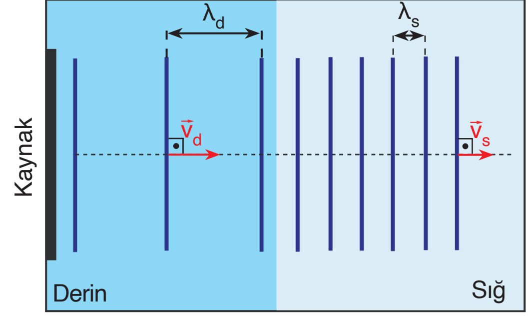
Su dalgaları hangi bölgede daha hızlı hareket etmiştir? Hızlar arasındaki büyüklük-küçüklük ilişkisini nasıl ispat edersiniz? Açıklayınız.



Derin ortamda üretilen su dalgalarının sığ ortama geçtiğinde hızlarının büyüklüğü azalır ($v_d > v_s$). Hızlarının azalması dalga boylarının da küçülmesine neden olur ($\lambda_d > \lambda_s$). Dalganın frekansı kaynağa bağlı olduğundan derinliğin değişmesi dalganın frekans ve periyodunu değiştirmez ($f_d = f_s$, $T_d = T_s$). Derin ortamdan sığ ortama geçen su dalgalarının dalga boylarındaki değişim Şekil 3.33 ve Şekil 3.34'te modellenmiştir.

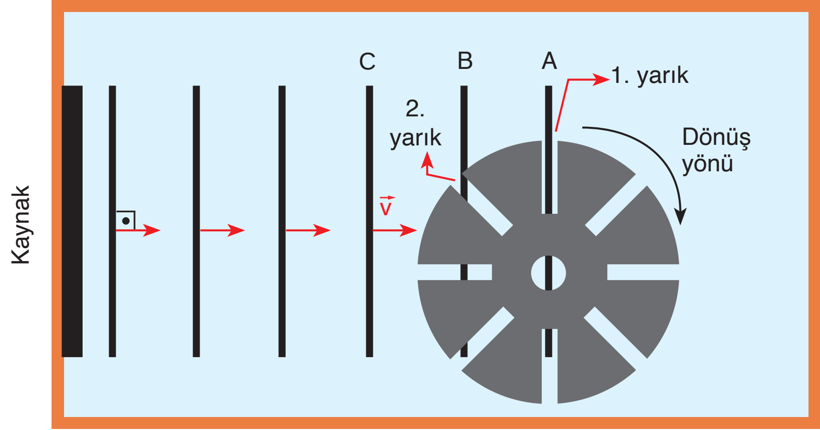


***Şekil 3.33:** Farklı derinlikteki iki ortamda ilerleyen doğrusal dalgaların yandan görünümü*



***Şekil 3.34:** Farklı derinlikteki iki ortamda ilerleyen doğrusal su dalgalarının hız ve dalga boyları*

Su dalgalarının dalga boyunu ve frekansını ölçebilmek için üzerinde belirli sayıda yarıkların bulunduğu **stroboskop** adı verilen araçlardan yararlanılır. Bu amaçla hareket hâlindeki dalgalara dönen stroboskop arkasından bakılır.



***Şekil 3.35:** Stroboskop ile su dalgalarının frekansının ölçülmesi*

Stroboskop uygun bir frekansla döndürülürse her bir yarığının hizasına A, B, C gibi dalga cepheleri denk gelir (Şekil 3.35). Böylece stroboskobun arkasından bakan gözlemci, dalgaları duruyormuş gibi görür. Bu anda su dalgalarının frekansı, stroboskobun yarık frekansına veya yarık frekansının tam katlarından birine eşittir. Yarık frekansının yardımıyla dalgaların frekansı hesaplanır.

Dalgaların dalga boyunu ölçebilmek için gözlemcinin yine stroboskobun arkasından duran dalgalara bakması gerekir. Gözlemcinin yönlendirmesi sayesinde duran dalgaların tepe noktaları belirlenir ve dalga boyu ölçümü yapılır.

3.3.4. Doğrusal Su Dalgalarında Kırılma

Doğrusal su dalgaları, ortamları birbirinden ayıran ara yüzeye paralel değil de farklı bir açıyla gelirse dalgaların hızı, dalga boyu ve hareket doğrultusu değişir. Bu olaya **dalgaların kırılması** adı verilir. Su dalgalarında kırılma olayını gözlemlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

ETKİNLİK (DENEY)

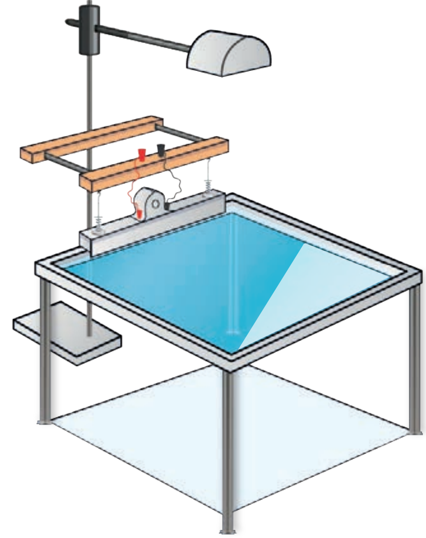
1 Ders Saati — Grup Çalışması

Etkinlik İsmi	**Su Dalgalarında Kırılma**
Etkinliğin Amacı	**Su dalgalarında kırılma olayını açıklayabilme.**

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Dalga leğeni takımı
- Doğrusal dalga kaynağı
- 2 cm kalınlığında üçgen cam levha
- Beyaz karton

Öğretmene Not: *Öğrencileri küçük gruplara ayırarak her grubun deneyi ayrı ayrı yapmasını sağlayınız. Öğrencilerden değerlendirme sorusunu grup olarak cevaplamalarını isteyiniz.*

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorusunu cevaplayınız.



1. Dalga leğenini 3 cm derinliğinde suyla doldurunuz ve suyun durgun hâle gelmesini bekleyiniz.
2. Beyaz kartonu dalga leğeninin altına yerleştiriniz.
3. Üçgen cam levhayı şekilde görüldüğü gibi dalga leğeninin içine yerleştiriniz.
4. Dalga leğeni takımında bulunan doğrusal dalga kaynağını motora bağlayarak çalıştırınız. Dalga leğeninin üstündeki lambayı yakınız.
5. Deneyde su dalgalarının cam levhanın bulunduğu sığ kısma geçişini ve bu bölgedeki doğrultusu ile dalga boyundaki değişimini gözlemleyiniz. Dalgaların beyaz kartona düşen görüntüsünü aşağıda verilen şekil üzerinde çiziniz.

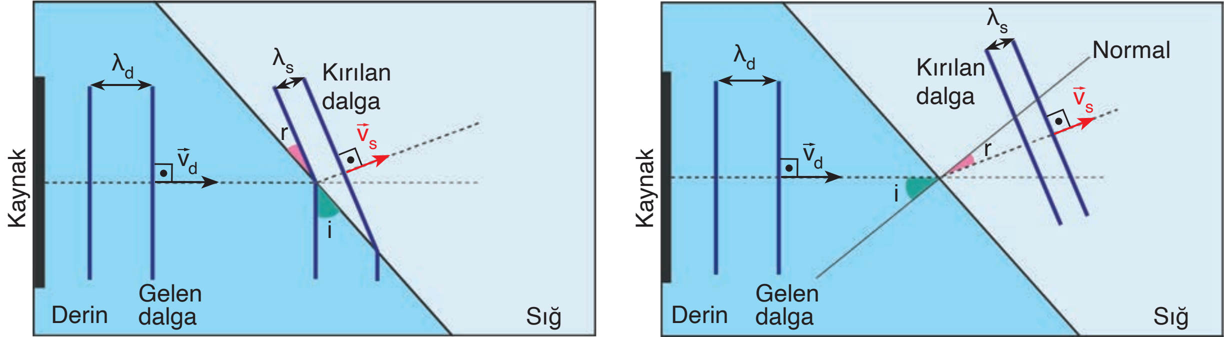


Değerlendirme

Derin ortamda oluşturulan su dalgalarının sığ ortama geçerken doğrultuları ve dalga boyları neden değişti? Dalgaların farklı ortamlardaki hızlarıyla ilişkilendirerek açıklayınız.



Etkinlikte görüldüğü gibi doğrusal su dalgaları derin ortamdan sığ ortama geçerken ayırıcı yüzeyin normaline yaklaşarak kırılır. Bunun nedeni sığ ortama geçen dalgaların hızlarının büyüklüklerinin azalmasıdır. Dalgaların sığ ortama geçen kısımları yavaşlar ve geride kalır. Böylece derin ortamdan sığ ortama geçen dalgaların yayılma doğrultuları değişerek kırılma gerçekleşir (Şekil 3.36). Gelen doğrusal su dalgalarının ayırıcı yüzey ile yaptığı açıya **gelme açısı** (i), kırılan dalgaların ayırıcı yüzey ile yaptığı açıya da **kırılma açısı** (r) denir. Buna göre gelme açısı kırılma açısından büyüktür (i > r). Derin ortamdan sığ ortama giren su dalgalarının hızlarının büyüklüğü ve dalga boyları küçülürken frekansı değişmez.



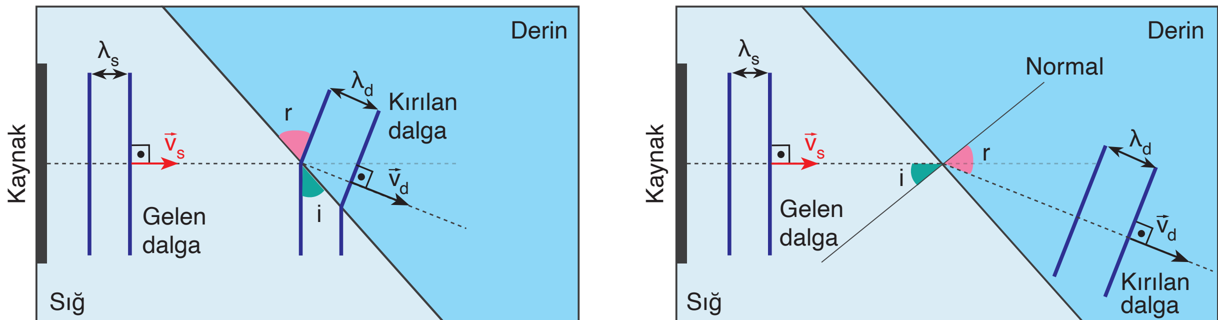
Şekil 3.36: *Derin ortamdan sığ ortama geçen su dalgalarının kırılması*



Görsel 3.8: *Okyanusta su dalgalarının kırılması*

Su dalgalarının kırılmasına okyanusta derinden kıyıya doğru gelen dalgaların doğrultu değiştirmeleri örnek olarak verilebilir (Görsel 3.8).

Sığ ortamdan derin ortama geçen dalgalar ayırıcı yüzeyin normalinden uzaklaşarak kırılır. Bunun nedeni derin ortama geçen dalgaların hızlarının artmasıdır. Dalgaların derin ortama geçen kısımları hızlanır ve dalgaların diğer kısımlarına göre öne geçer. Böylece derin ortamdan sığ ortama geçen dalgaların yayılma doğrultuları değişerek kırılma gerçekleşir (Şekil 3.37). Dalgaların gelme açısı kırılma açısından daha küçüktür (i < r). Sığ ortamdan derin ortama giren dalgaların hızlarının büyüklüğü ve dalga boyları artarken frekansı değişmez.

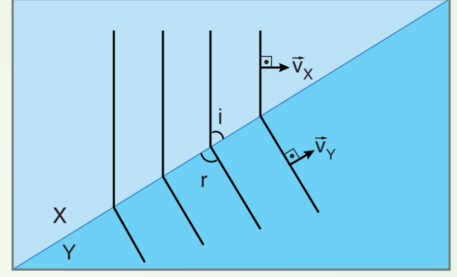


Şekil 3.37 *Sığ ortamdan derin ortama geçen su dalgalarının kırılması*



ÖRNEK

Sabit frekanslı su dalgası üreten bir dalga kaynağı ile X ortamında üretilen su dalgalarının Y ortamına geçişi gösterilmiştir. Dalgaların ayırıcı yüzeyle yaptıkları açılar arasında $i < r$ ilişkisi vardır.



Buna göre

a) X ve Y ortamlarının derinlikleri arasındaki ilişki nedir?

b) Dalgaların X ve Y ortamlarındaki frekansları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?



ÇÖZÜM

a) Gelme açısı (i) kırılma açısından (r) küçük olduğuna göre X ortamından Y ortamına geçen su dalgalarının hızının büyüklüğü artmıştır. Bu durumda Y ortamı X ortamından daha derindir.

b) Kaynağın sabit frekanslı dalga ürettiği bilgisi verilmiştir. Bir dalganın frekansı kaynağa bağlı olup ortamların değişmesinden etkilenmediğine göre X ve Y ortamlarında dalgaların frekansları eşittir.

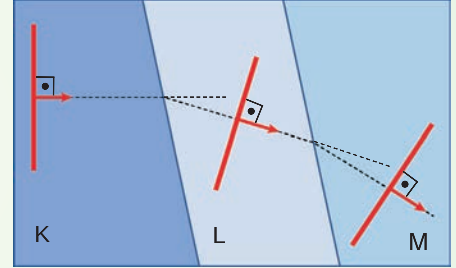


11. SIRA SİZDE

K ortamında üretilen doğrusal su dalgalarının K, L ve M ortamlarındaki hareket doğrultuları verilmiştir.

Buna göre K, L ve M ortamlarının derinlikleri h_K, h_L ve h_M arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

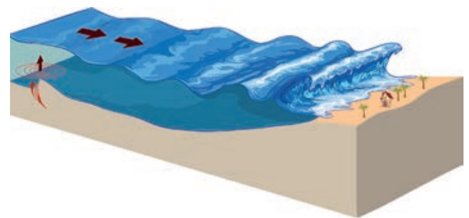






TARTIŞINIZ

Tsunami, deniz tabanında meydana gelen depremler nedeniyle oluşan derin deniz ya da okyanus dalgalarıdır. Oluştukları bölgede dalga boyları 1 ila 100 km gibi büyük, genlikleri de 3 ila 4 m gibi küçük değerlerdedir. Bu nedenle açık denizlerde bulunan gemiler çoğunlukla tsunamiyi hissetmez. Ancak bu dalgalar kıyıya ulaştıklarında genlikleri 30 ila 40 m gibi büyük değerlere ulaşır.

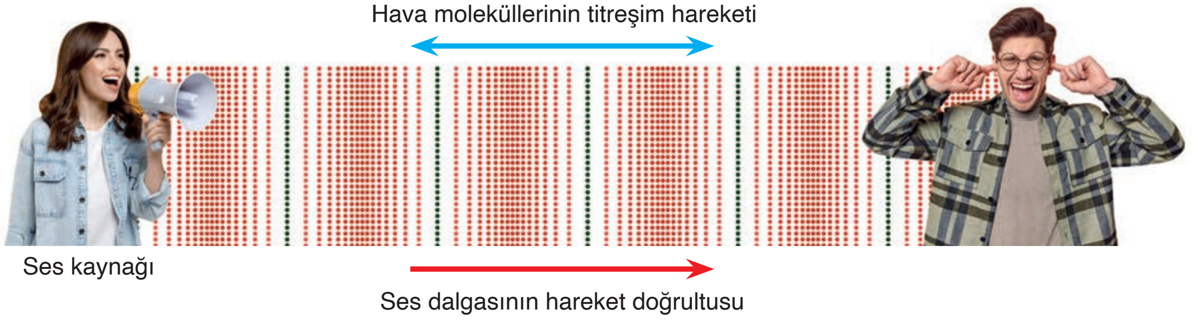


Tsunami dalgalarında gözlemlenen bu değişimin sebepleri üzerine tartışınız. Tartışma bulgularınızı yazınız.



3.4. SES DALGASI

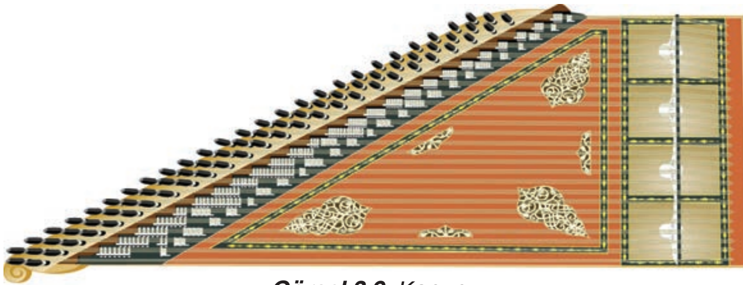
Ses dalgası, bir cismin titreşmesi sonucu oluşan ve her yöne yayılan mekanik bir dalga çeşididir. Ses dalgaları, maddesel ortamlarda ortamın özelliklerine bağlı olarak belli bir hızla yayılır. Maddesel ortamın olmadığı yerde ses yayılamaz. Ses dalgaları bir ortamda yayılırken ortam parçacıkları, dalganın hareket doğrultusu boyunca ileri ve geri hareket yaparak yoğunluk ve hacim değişiklikleri meydana getirir. Bu değişiklikler parçacıkların sıkıştığı bölgede yüksek basınç, gevşediği bölgede ise alçak basınç oluşturur. Kaynak tarafından esnek ortama aktarılan enerji titreşimler hâlinde molekülden moleküle aktarılarak ses yayılır (Şekil 3.38). Ses dalgalarının yayılma doğrultusu titreşim doğrultusuna paraleldir. Bu nedenle ses dalgaları boyuna dalgalar sınıfında yer alır. Tüm dalga çeşitlerinde olduğu gibi ses dalgaları da enerji taşır.



Şekil 3.38: *Ses dalgaları*

Ses dalgalarının yayılma hızı, yayıldığı ortamın sıcaklığına, yoğunluğuna ve esnekliğine bağlıdır. Ortam sıcaklığı arttıkça sesin yayılma hızı artar. Maddeyi oluşturan tanecikler birbirine ne kadar yakın olursa ses dalgaları o ortamda daha hızlı yayılır. Bu nedenle ses, katılarda sıvı ve gazlara göre daha hızlı yayılır. Sesin gazlarda yayılma hızı ise katılara ve sıvılara göre oldukça küçüktür.

Sesin hava titreşimlerinden oluştuğunu savunan ünlü filozof Fârâbî, felsefeyle birlikte matematik ve mantıkla ilgilenmiş büyük bir musiki üstadıdır ve birçok bestesi vardır. Fârâbî, matematik bilgisini müzik alanında da kullanmış ve müzik aletlerinde seslerin hava titreşimleri sayesinde meydana geldiğini savunmuştur. Ayrıca Türk müziğinin önemli sazlarından olan kanun ve udu geliştirmiştir (Görsel 3.9 ve Görsel 3.10).



Görsel 3.9: *Kanun*



Görsel 3.10: *Ut*



ÖRNEK

Ses dalgası ile ilgili verilen

I. Boyuna dalgadır.

II. Ortamdaki moleküllerin sıkışıp gevşemesiyle oluşur.

III. Yayılma hızı maddenin yoğunluğuna bağlıdır.

yargılardan hangileri doğrudur?



ÇÖZÜM

Ses dalgasının titreşim doğrultusu yayılma doğrultusuna paralel olduğu için ses dalgası boyuna dalgadır (I doğru). Ses dalgası ortamdaki moleküllerin sıkışıp gevşemesi ile oluşur (II doğru). Ses dalgasının hızı yayıldığı maddesel ortamın yoğunluğuna göre değişir (III doğru).

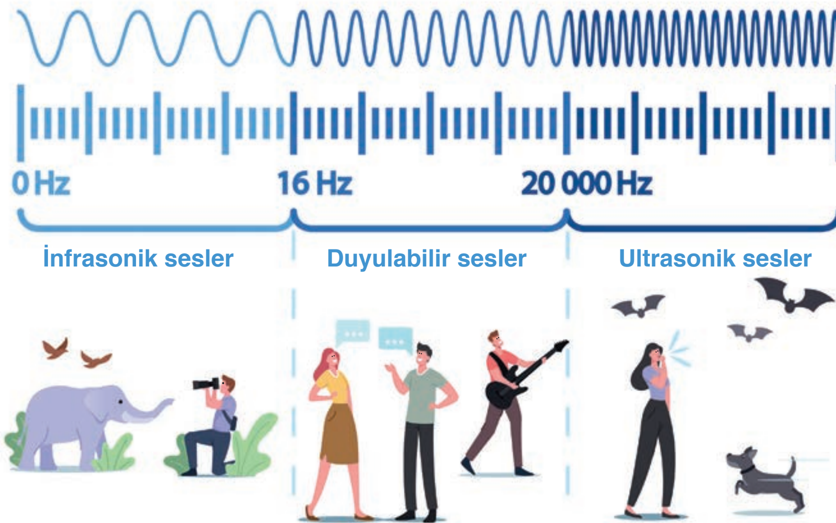
Ses Dalgalarının Özellikleri

Ses dalgalarının farklı özellikleri vardır. Bunlar genel olarak sesin yüksekliği, şiddeti ve tınısı şeklinde üç ana başlık altında toplanır.

a) Yükseklik

Sesin ince ya da kalın işitilmesine neden olan özelliğine **sesin yüksekliği** denir. Sesin yüksekliğini frekansı belirler. Sesin frekansı arttıkça oluşan ses tiz (ince), frekansı azaldıkça oluşan ses pestir (kalın).

Ses dalgalarının frekansı tüm dalga çeşitlerinde olduğu gibi yalnızca kaynağa bağlıdır ve yayıldığı ortama göre değişmez. İnsan kulağının işitebildiği belirli bir ses frekansı aralığı vardır. Bu aralığın üstündeki ses dalgalarına ultrasonik dalgalar, bu aralığın altındaki dalgalara ise infrasonik dalgalar denir. Bazı canlıların duyma frekans aralığı Şekil 3.39'da verilmiştir.



***Şekil 3.39:** Bazı canlıların işitme frekansı aralığı*

0 dB	10 dB	20 dB	30 dB
Sessizlik	Nefes almak	Yaprak hışırtısı	Fısıltı
40 dB	50 dB	60 dB	70 dB
Buzdolabı sesi	Yağmur sesi	Konuşma sesi	Otomobil sesi
80 dB	90 dB	100 dB	110 dB
Kamyon sesi	Saç kurutma makinesi sesi	Helikopter sesi	Trambon sesi
120 dB	130 dB	140 dB	150 dB
Polis sreni	Jet motoru sesi	Havai fişek patlaması	Uzay roketi kalkış sesi

***Şekil 3.40:** İnsan kulağının işitebildiği ses şiddet aralığı*



***Görsel 3.11:** Farklı tınılara sahip müzik aletleri*

b) Şiddet

Sesin şiddeti genliğiyle ilişkilidir. Genliğin artması sesin şiddetini artırırken genliğin azalması sesin şiddetini azaltır. Ses, şiddeti nedeniyle kulak zarında mekanik bir basınç oluşturur. SI birim sisteminde ses şiddetinin birimi **desibel (dB)** kabul edilir. İnsan kulağı 0 ila 140 dB aralığındaki sesleri algılar (Şekil 3.40). İnsan kulağının rahatsız olduğu ve ağrı duyduğu eşik değeri 120 dB'dir. Bu sınırın üstündeki ses şiddetlerinde kulak zarında yırtılma meydana gelebilir.

c) Tını

Farklı kaynaklardan aynı frekansta gelen ses dalgalarının farklı algılanmasına neden olan özelliğe **sesin tınısı** denir. Bu nedenle sesin tınısına sesin rengi de denir. Örneğin aynı notaları çalan keman, piyano, klarnet gibi (Görsel 3.11) müzik aletlerinden gelen seslerin hangi kaynaktan geldiğinin ayırt edilebilmesini sağlayan özellik sesin tınısıdır. Müzik aletlerinde tınıyı belirleyen yalnızca titreşim kaynağı değil, çalgının ebatları, yapımında kullanılan malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri, malzemenin tercih edilen kalınlığı ve tasarımıdır. Bu nedenle bir kanun telinin uda takılması sonucu duyulan ses kanun sesi değil ut sesidir. İnsan sesinde tınıyı ses tellerinin yanı sıra ağız, boğaz, dil, dişler ve dudaklar birlikte belirler.



ÖRNEK

Aynı ortamda çalınan gitar ve bağlamada aynı eser seslendirilmektedir.

Buna göre

a) Sesin hangi özelliği gitar ve bağlama sesinin birbirinden ayırt edilmesini sağlar?

b) Bağlama çalan kişinin mızrabı tellere daha güçlü vurması sesin hangi özelliğini değiştirir?



ÇÖZÜM

a) Aynı nota çalındığı hâlde sesin farklı kaynaklardan geldiğinin anlaşılmasını sağlayan özelliğe sesin tınısı denir. Bu iki müzik aletinin seslerinin birbirinden ayırt edilmesini sağlayan özelliği bu müzik aletlerinin tınısıdır.

b) Bağlama çalan kişinin mızrabı tellere daha güçlü vurması sesin şiddetini değiştirir.



12. SIRA SİZDE

Ses dalgaları mekanik dalgalar sınıfında yer almaktadır. Mekanik dalgaların yayılabilmesi için maddesel ortama ihtiyaç vardır.

Buna göre

a) Ses dalgalarının katı, sıvı ve gaz ortamlarında yayılabildiğini ispat eden birer örnek veriniz.

b) Ses dalgalarının boşlukta yayılmadığını ispat eden bir örnek veriniz.



Rezonans

Titreşim yapan bir sistemin doğal frekansı ile aynı frekansta kuvvet uygulanarak titreşim genliğinin artması olayına **rezonans** denir. Bu ifadedeki doğal frekans cismin yapıldığı maddenin cinsine, şekline ve esnekliğine bağlı olan ve cismin o frekansta uyarıldığında yüksek genlikle titreştiği frekans değeridir. Bir cisim, doğal frekansında bir kere uyarıldıktan sonra uyarı kesilse bile bir süre daha doğal frekansında titreşmeye devam eder. Ses dalgalarında rezonans olayını daha iyi kavramak için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	**Ses Dalgalarında Rezonans**	1 Ders Saati · Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Rezonans olayını gözlemleyebilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • 2 adet özdeş diyapazon • Diyapazon tokmağı

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonundaki değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

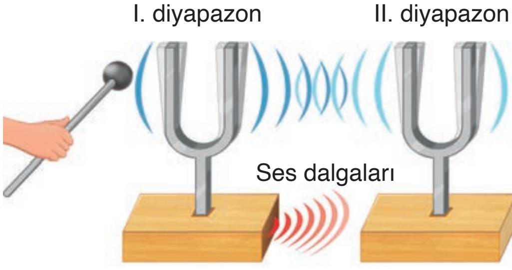
1. Diyapazonlardan birini masa üzerine yerleştiriniz ve tokmakla hafifçe vurarak çıkan sesi dinleyiniz.
2. İki diyapazonu birbirine temas etmeyecek ve tahta kutularının açık kısımları birbirine bakacak şekilde masa üzerine yerleştiriniz. Diyapazonlardan birine tokmakla hafifçe vurunuz.
3. Tokmakla vurduğunuz diyapazonun çatalını elinizle tutarak ses çıkarmasını engelleyiniz. Diğer diyapazondan ses çıkıp çıkmadığını gözlemleyiniz.



Değerlendirme

Diyapazonlardan birine vurulduğunda diğer diyapazonun ses dalgaları yaymasını nasıl açıklarsınız?





Şekil 3.41: *Rezonans hâlindeki diyapazonlar*

Etkinlikte görüldüğü gibi yan yana yerleştirilmiş özdeş diyapazonlardan birine tokmakla hafifçe vurulduğunda diğer diyapazondan da bir ses işitilir. Bunun sebebi, tokmakla vurulan diyapazonun titreşerek oluşturduğu ses dalgalarının diğer diyapazonu rezonansa getirmesidir. Rezonans sayesinde ikinci diyapazon titreşir ve aynı frekansta ses çıkarır (Şekil 3.41).

Tıp, mühendislik ve sanat gibi birçok disiplinde rezonans olayından yararlanılır. Örneğin MR cihazlarında radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomunun rezonansı sağlanarak dokular incelenir (Görsel 3.12). Köprü ve yüksek katlı binaların yapımında yapıların doğal frekansları dikkate alınmak zorundadır (Görsel 3.13). Müzik aletlerinin gövdeleri biçimlendirilirken rezonans olayı dikkate alınır (Görsel 3.14).



Görsel 3.12: *MR cihazı*



Görsel 3.13: *Yüksek binalar*



Görsel 3.14: *Farklı müzik aletleri*



Görsel 3.15: *Tacoma Köprüsü (Temsilî)*

Rezonans sırasında kaynak dalga üretmeye devam ettikçe diğer kaynakta oluşan dalgaların genliği artar. ABD'de Tacoma (Takoma) Asma Köprüsü 1940 yılında açılışından dört ay sonra rüzgârla rezonansa girerek yıkılmıştır (Görsel 3.15). Bu olay rezonansın ilginç örneklerinden biridir. Rüzgârın frekansı köprünün doğal frekansına çok yakın bir değerde olduğu için rüzgâr köprüyle rezonansa girmiş, köprünün titreşim genliği giderek artmış ve köprü yıkılmıştır.

Benzer bir olay Fransa'da Sein (Sen) Nehri üzerine inşa edilmiş bir asma köprüde yaşanmıştır. Köprü, üzerinden askerî bir birlik uygun adımla geçerken askerlerin adımlarının frekansıyla rezonansa girerek yıkılmıştır. Bu nedenle askerî birlikler asma köprülerden geçerken serbest yürüyüş yapar.



TARTIŞINIZ

Cam bardak belli frekanstaki sesle titreşmeye başlar. Sesin şiddeti yeterince yüksekse bardaktaki titreşimlerin genliği artar. Artan genlik bir süre sonra bardağı kırabilir. Bardakta küçük kusurların bulunması hâlinde, belli frekans ve şiddetteki insan sesi de bardakta aynı etkiyi oluşturur. Genel ağ adreslerinden konuyla ilgili videoları izleyebilirsiniz.

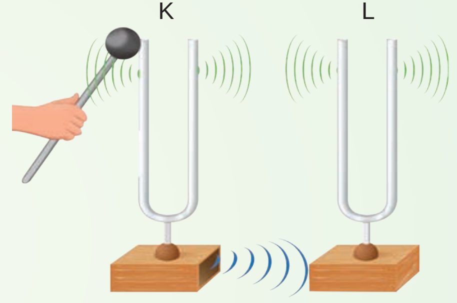
Bu olayı nasıl açıklarsınız? Tartışınız.





ÖRNEK

Şekilde özdeş K ve L diyapazonları yan yana durmaktadır. K diyapazonuna tokmakla vurulduğunda çıkan ses dalgaları L diyapazonunu da titreştirmektedir.



Buna göre her iki diyapazondan çıkan ses dalgalarının frekansları, hızları, şiddetleri ve tınıları arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

Tokmakla K diyapazonuna vurulduğunda K diyapazonu L diyapazonuyla rezonansa gelir. Böylece K ve L aynı frekansla titreşir. Diyapazonlar aynı ortamda oldukları için her birinden yayılan ses dalgalarının hızlarının büyüklükleri eşittir. K diyapazonundan her yöne yayılan enerjinin ancak bir kısmı L'ye ulaşacağından K'den çıkan ses dalgalarının enerjisi dolayısıyla şiddeti daha fazladır. Diyapozanlar özdeş oldukları için çıkan seslerin tınıları da birbirine eşittir.



13. SIRA SİZDE

Yüksek sesle müzik dinlenen bir otomobilin yanında duran diğer otomobillerin kapıları, camları ve plastik aksamları müziğin ritmiyle uyumlu bir şekilde titreşir. Bu olayı nasıl açıklarsınız?





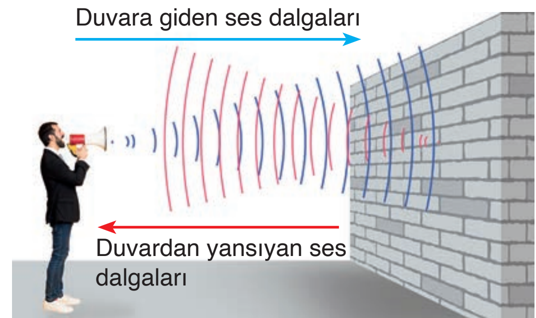
BİLGİ KUTUSU

Günümüzde işitme engelli bireylerin işitme kazancı sağlaması amacıyla işitme cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazlar ses dalgalarının şiddetini artırarak çevredeki seslerin işitilmesini sağlar. İşitme cihazları mikrofon, amplifikatör ve hoparlör olmak üzere üç bölümden oluşur. Mikrofon ses dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştürerek amplifikatöre iletir. Amplifikatör ses sinyallerini yükseltir ve hoparlöre aktarır. Burada elektrik sinyalleri tekrar ses dalgalarına çevrilerek iç kulağa iletilir ve sesin işitilmesi sağlanır.



Yankı

Bir kaynaktan çıkan ses dalgalarının sert bir engele çarparak kaynağa geri dönmesine **yankı** denir (Şekil 3.42). Eşyasız bir odada, spor salonlarında veya dağ yamaçlarında çıkartılan seslerin tekrar kulağa ulaşması yankıya örnektir.



Şekil 3.42: *Yankı olayı*

Tiyatro, opera binası, konser salonu, stüdyo, cami ve amfi gibi yerlerde sesin en az yankıyla, en net biçimde dinleyiciye ulaşması oldukça önemlidir. Bu nedenle bu tür binaların duvar ve tavanlarına yankıyı önleyici, ses yalıtım özelliğine sahip kumaş, sünger veya paneller yerleştirilir (Görsel 3.16).



Görsel 3.16: *Binalarda yankıyı önlemek için yapılan uygulamalar*



Görsel 3.17: *Süleymaniye Camisi'nin kubbe tasarımı*

Mimar Sinan'ın yaptığı Süleymaniye Camisi'nin kubbesi, akustiğin sağlanması amacıyla basık kubbe sistemi şeklinde yapılmış ve dengeli ses dağılımı için çeyrek kubbelerle çevrilmiştir. Hem kubbelerde hem de yan duvarlarda yankıyı azaltmak amacıyla keten sıva kullanılmıştır (Görsel 3.17).

Gürültü, Uğultu ve Ses Kirliliği

İnsan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkileyen, melodik olmayan farklı frekansta ses topluluğuna **gürültü** denir. **Ses kirliliği** farklı kaynaklardan farklı şiddet ve frekanslarda yayılan ses topluluğudur. Ses kirliliği ve gürültü; insanlarda uyku bozukluğuna, dikkat dağınıklığına, sindirim sistemi ve hormonal sistem rahatsızlıklarına yol açabilir.

Boğuk, anlaşılmaz ve gürültülü seslere **uğultu** denir. 2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yayımladığı bir yönetmelikle binaların içinde insanların gürültü ve uğultuya karşı korunması ile ilgili mimari akustik projelerin hazırlanması ve gürültüye dair rapor düzenlenmesini zorunlu hâle getirmiştir.

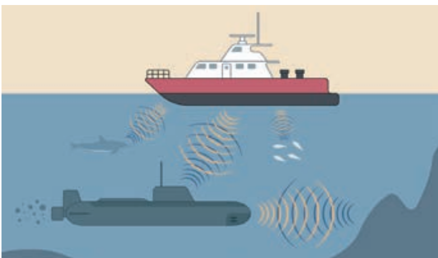
Ses Dalgalarının Tıp, Denizcilik, Sanat ve Coğrafya Alanlarında Kullanımı

Ses dalgalarının teknolojide pek çok kullanım alanı vardır. Örneğin tıpta, bazı hastalıkların teşhisi ve gebeliğin izlenmesi amacıyla ultrason cihazları kullanılır (Görsel 3.18). Bu cihazlarda oluşturulan yüksek frekanslı ses dalgaları vücuda gönderilir. Ses dalgaları çarptığı dokunun yapısına göre bazı bölgelerde yansıma yaparken bazılarında soğurulur. Yansıyan ses dalgaları incelenerek objelerin şekli, büyüklüğü ve sertliği tespit edilebilir.



Görsel 3.18: *Ultrason cihazı*

Denizcilikte ise ses dalgalarıyla çalışan ve sonar adı verilen cihazlar kullanılır. Sonar cihazları; su altını incelemek, su altında yön tespit etmek, derinliği ölçmek, kalıntıları ve madenleri saptamak, balık sürülerini gözlemlemek ve deniz dibi haritasını çıkarmak gibi çok farklı amaçlarla kullanılır. Bu cihazlar su altına ses dalgaları göndererek dalgaların çarptığı nesneden geri yansıma süresi ile yansıma miktarını hesaplar ve monitöre görüntü olarak aktarır (Şekil 3.43).



Şekil 3.43: *Sonar cihazı*

Ses dalgalarının bir diğer kullanım alanı coğrafyadır. Ses dalgalarının yüzeylerden yansımasıyla o bölgenin haritası çıkarılır. Ses dalgaları ayrıca tarımsal ürünlerin muhafazasını sağlamak için gıda endüstrisinde kullanılır.



YORUMLAYINIZ

Gürültü önleyici kulaklık sistemlerinde mikrofon etraftaki düşük seviyeli gürültüleri algılar ve kulaklığa sinyal olarak gönderir. O anda elektronik devre ortam gürültüsünü zayıflatacak şekilde yeni ses dalgaları üretir. Bu, etraftaki gürültüyü tamamen ortadan kaldırarak müziğin veya konuşmanın daha net duyulmasını sağlar.



Gürültü önleyici kulaklıkların çalışma prensibini dalgalar konusunda edindiğiniz bilgilerle yorumlayınız.

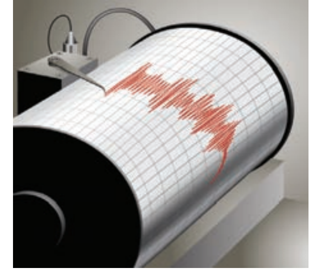


3.5. DEPREM DALGASI

Yer kabuğu içindeki kırılma, çöküntü ve volkanik hareketlenmeler nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar hâlinde yayılarak geçtiği ortamı sarsmasına **deprem** adı verilir. Deprem sırasında yayılan dalgalara da **deprem dalgaları** (sismik dalgalar) adı verilir. Mekanik dalgalar sınıfında yer alan deprem dalgalarının bazıları enine, bazıları boyuna ve bazıları da hem enine hem de boyuna dalgalardır.

Depremin oluşumunu, deprem dalgalarının yayılışını, deprem ölçü aletlerinin kullanım yöntemini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına **sismoloji** denir. Bir depremin taşıdığı enerji ve çevreye verdiği hasar depremin büyüklüğü ve şiddeti ile ilgilidir.

Depremin büyüklüğü deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsüdür. Depremin büyüklüğü **sismograf** denilen bir aletle ölçülür (Görsel 3.19). Bu aletle **Richter (Rihter) büyüklük ölçeği** kullanılarak ölçüm yapılır. Richter ölçeğindeki bir birimlik artış, sarsıntının gerçek büyüklüğünün on kat artması anlamına gelmektedir. Richter ölçeği ile depremin büyüklüğünün yanı sıra depremde salınan enerji hakkında da bilgi elde edilir.



***Görsel 3.19:** Sismograf*

Depremin şiddeti sarsıntının yapılar ve canlılar üzerindeki etkisinin bir ölçüsüdür. Depremin şiddeti uzun yılların deneyimleri sonucunda hazırlanmış şiddet cetvellerine göre değerlendirilir (Şekil 3.44).



***Şekil 3.44:** Deprem şiddet cetveli örneği*



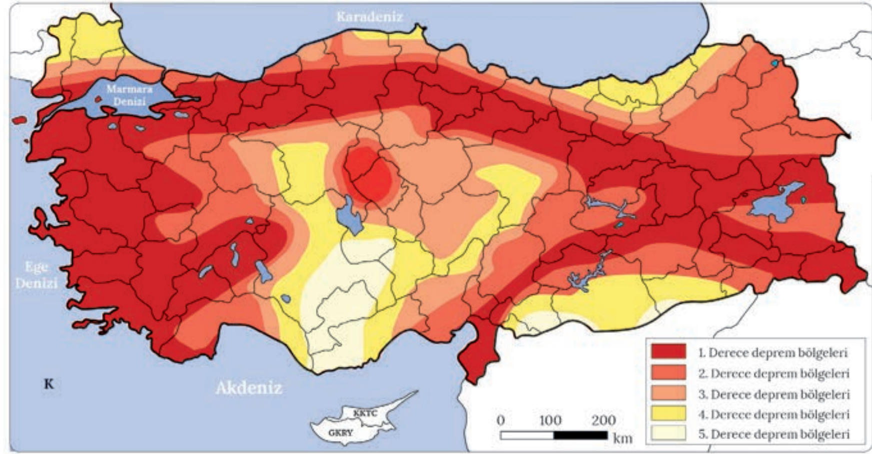
TARTIŞINIZ

Depremin şiddeti herhangi bir ölçüm aracıyla ölçülerek belirlenen sabit bir değer değildir. Depremin şiddetini etkileyen etmenler çok çeşitlidir. Bunlar; depremin oluş şekli, ortaya çıkan enerjinin yayılma şekli, sarsıntının devam etme süresi, sarsılan bölgedeki yeryüzü yapısı, sarsılan noktanın depremin merkez üssüne uzaklığı ve sarsıntının bulunduğu bölgedeki yapıların depreme dayanıklılığı gibi etkenlerdir. Deprem uzmanları bu etkenleri göz önüne alarak deprem şiddet ölçeği hazırlar.

Deprem şiddet ölçeği ülkelere göre farklılık gösterir mi? Tartışınız.

Depremde Can ve Mal Kayıplarını Önlemeye Yönelik Çözüm Önerileri

Büyük bir bölümü deprem kuşakları üstünde olan Türkiye'de tarih boyunca pek çok büyük deprem meydana gelmiştir. Türkiye'nin sınırları içinde hâlen aktif faylar bulunmaktadır ve bu faylar zaman zaman farklı büyüklükteki depremlere neden olmaktadır (Şekil 3.45).



Şekil 3.45: *Türkiye deprem haritası*







Şekil 3.46 *Deprem anında yapılması gerekenler*

Depremler insan müdahalesi olmaksızın gerçekleşen doğa olaylarıdır. Bu nedenle depremde ortaya çıkan enerji ve depremin büyüklüğü değiştirilemez. Yapıların depreme dayanıklı şekilde inşa edilmesi, mevcut yapıların depreme dayanıklı hâle getirilmesi, deprem eğitimlerinin geniş kitlelere ulaştırılması depremin yapı ve canlılara etkisini en aza indirerek depremin şiddetini azaltır. Binalar dik yarların yakınına, dik boğaz ve vadilerin içine, gevşek toprağa sahip meyilli arazilere yapılmamalıdır. Evlerde dolaplar ve devrilebilecek eşyalar duvara sabitlenmeli, içinde ağır eşyalar bulunan dolap kapaklarına mekanik kilitler takılarak kapalı kalmaları sağlanmalıdır. Gaz kaçağı ve yangına karşı gaz vanası ve elektrik sigortaları otomatik hâle getirilmeli, mutlaka yangın söndürme cihazı bulundurulmalı ve bu cihazların periyodik bakımı yaptırılmalıdır. Bu cihazlar herkesin ulaşabileceği bir yerde tutulmalıdır. Evde, okulda, iş yerinde ya da apartmanda afet hazırlık planı yapılarak "Çök-Kapan-Tutun" kuralı öğrenilmeli (Şekil 3.46), yaşam alanlarında deprem anı için güvenli yerler tespit edilmeli, deprem sonrası binalardan güvenli çıkış yolları belirlenmelidir. Olası bir deprem sonrası için ihtiyaç olacak malzemelerin bulunduğu bir deprem çantası hazır bulundurulmalıdır. Öğrendiğiniz bilgiler çerçevesinde diğer sayfada yer alan deprem erken uyarı sistemleriyle ilgili etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (PROJE)

Etkinlik İsmi	**Deprem Erken Uyarı Sistemi**
Etkinliğin Amacı	**Deprem kaynaklı can ve mal kayıplarını önleyecek erken uyarı sistemi tasarlayıp yapabilme.**

8 Ders Saati — Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
Araç gereç seçilen projeye göre belirlenecektir.

Bilgi: Bu etkinlikte sizden öğretmeninizin belirleyeceği grubunuzla dalgalar ünitesinde edindiğiniz bilgileri kullanarak deprem için bir erken uyarı sistemi tasarlamanız, tasarımınızın çalışan bir modelini yapmanız ve sınıfta sunmanız beklenmektedir.

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonundaki değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Genel ağ adreslerinden yararlanarak deprem erken uyarı sistemlerini, bu sistemlerin çalışma prensiplerini, sistemlerin bileşenlerinin sistemin çalışmasına etkisini araştırınız ve notlar alınız.
2. Problemin çözümüne yönelik oluşturduğunuz fikirlerinizi grup arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Her fikir üzerinde tartışarak önerileri değerlendiriniz ve tasarıma karar veriniz.
4. Tasarımın taslağını çizerek kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
5. Tasarımda kullanılacak malzemeleri temin ederek ürünü oluşturunuz.
6. Ürünü test ederek ürünün işleyen ve işlemeyen, güçlü ve zayıf yönlerini belirleyiniz.
7. Ürününüzde gerekli iyileştirme çalışmalarını yapınız ve sınıfta paylaşınız.

Değerlendirme

1. Bu ürünün size ve ülkenize sağlayacağı katkılar nelerdir?



2. Ürünün ticari bir yönü olabilir mi?



3. Ürününüzde fark yaratan noktalar nelerdir?



4. Araştırdığınız çalışmalarda etkilendiğiniz yönler nelerdir?



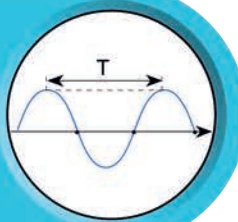
Dalgaların anlaşılabilmesi için öncelikle titreşim hareketinin kavranması gerekir. Denge konumu etrafında ileri geri, yukarı aşağı gerçekleşen salınıma **titreşim hareketi** denir. **Denge konumu** titreşim hareketinde cisme etki eden net kuvvetin sıfır olduğu konumdur.



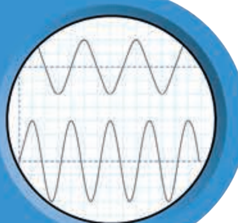
Titreşim kaynağından esnek ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga** denir. Dalganın esnek ortamda yayılmasına ise **dalga hareketi** denir.



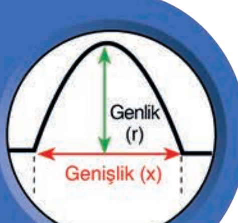
Dalga üzerindeki bir noktanın aynı konumdan aynı yöne doğru ardışık iki geçişi arasındaki süreye **periyot** denir ve **T** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **saniye** (s) kabul edilir.



Kaynak tarafından birim zamanda oluşturulan dalga sayısına **frekans** denir ve f harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **Hertz** (Hz) kabul edilir. Dalganın frekansı ile periyodu arasında $f \cdot T = 1$ eşitliği vardır.

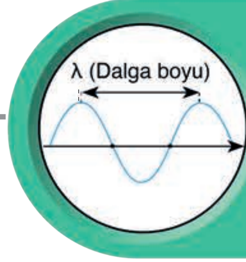


Bir dalga tepesinin veya bir dalga çukurunun denge konumuna en büyük uzaklığına **genlik** denir ve **r** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **metre** (m) kabul edilir. Dalganın enerjisi dalganın genliğiyle doğru orantılıdır.



3. ÜNİTENİN TEMEL KAVRAMLARI

Grafik 3.1: *3. Ünitenin temel kavramları*



Dalgalarda özdeş titreşen ardışık iki tanecik arasındaki uzaklığa **dalga boyu** denir ve **λ** sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **metre** (m) kabul edilir. Bir dalgada ardışık iki tepe veya iki çukur noktası arasındaki uzaklık bir dalga boyu kadardır.



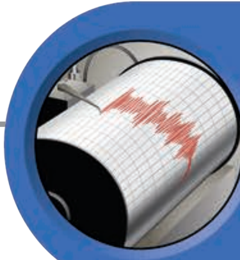
Dalgalar, taşıdıkları enerjiye göre **mekanik** ve **elektromanyetik** dalgalar olarak ikiye ayrılır. Titreşim doğrultularına göre ise **enine**, **boyuna** ve **hem enine hem de boyuna** dalgalar olarak üçe ayrılır.



Bir ortamda yayılan dalgaların sabit ya da serbest bir uca çarparak geldiği ortama geri dönmesine **yansıma** denir. Bir ortamda yayılan dalgaların farklı ortama geçtiğinde doğrultu değiştirmesine **kırılma** denir.



Ses dalgalarının ince ya da kalın işitilmesine neden olan özelliğine **sesin yüksekliği** denir. Sesin yüksekliğini frekansı belirler. Sesin şiddeti genliğiyle ilişkilidir. Farklı kaynaklardan aynı frekansta gelen ses dalgalarının farklı algılanmasına neden olan özelliğine **sesin tınısı** denir.



Yer kabuğu içindeki kırılma, çöküntü ve volkanik hareketlenmeler nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar hâlinde yayılarak geçtiği ortamı sarsmasına **deprem** adı verilir. Deprem sırasında yayılan dalgalara da **deprem dalgaları** (sismik dalgalar) adı verilir.



3. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-10. sorularda boş bırakılan yerlere gelecek kelimeleri aşağıdaki kutucuklardan bularak yerleştiriniz.

sığ	enine	azalır
sismograf	frekans	mekanik
atma	stroboskop	derin
titreşim	yankı	yükseklik

1. Bir cismin denge konumu etrafında gidip gelme hareketine .... denir.

2. Sadece maddesel ortamda yayılabilen dalgalara .... dalgalar denir.

3. Elektromanyetik dalgalar .... dalga, ses dalgaları boyuna dalga sınıfındadır.

4. Yayda oluşturulan kısa süreli sarsıntıya .... denir.

5. Dalga hareketinde .... yalnızca kaynağa bağlıdır.

6. Su dalgaları .... ortamda yavaş, ... ortamda hızlı ilerler.

7. Ses dalgalarında .... artarsa oluşan ses tizleşir.

8. Ses dalgalarının sert bir engele çarpıp geri dönmesine .... denir.

9. Depremin büyüklüğü .... adı verilen aletle ölçülür.

10. Su dalgalarının frekansı .... adı verilen araçla ölçülür.

11-35. çoktan seçmeli soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

11. Esnek bir ortamda oluşturulan periyodik dalgaların dalga boyu

I. Ortamın özellikleri
II. Kaynağın frekansı
III. Dalganın genliği

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

12. Dalga çeşitleriyle ilgili olarak verilen

I. Tüm elektromanyetik dalgalar enine dalgadır.
II. Enine dalgaların titreşim doğrultusuyla hareket doğrultusu birbirine paraleldir.
III. Mekanik dalgaların tamamı boyuna dalgalardır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

13. Dalgalar taşıdıkları enerjiye göre mekanik ve elektromanyetik dalgalar olarak sınıflandırılır.

Buna göre

I. Ses
II. Radyo
III. Su

dalgalarından hangileri mekanik dalgadır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

14. Aynı ortamda oluşturulan dalgaların frekansı, dalga boyu, periyodu ve hızı ile ilgili olarak

I. Frekansı artarsa dalga boyu azalır.

II. Frekansı azalırsa hızı artar.

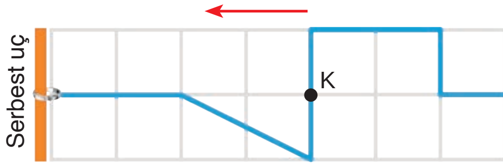
III. Periyodu azalırsa dalga boyu azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

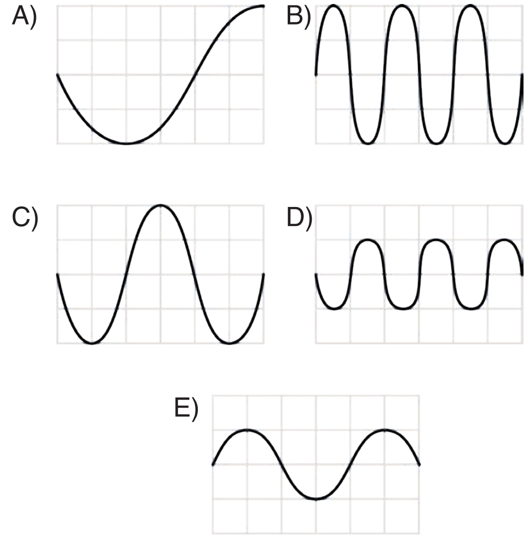
15. Homojen gergin bir yayda oluşturulan atma ok yönünde ilerlemektedir.



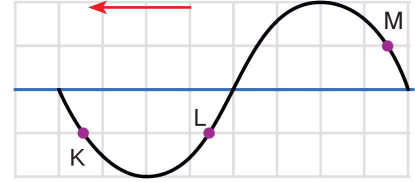
Atma üzerinde K olarak isimlendirilmiş kısmın serbest uca ulaştığı andaki bileşke atmanın görünümü nasıl olur?

A) B) C) D) E)

16. Aynı ortamda yayılan dalgalardan genliği en büyük ve frekansı en küçük olan dalga hangi seçenekte verilmiştir?



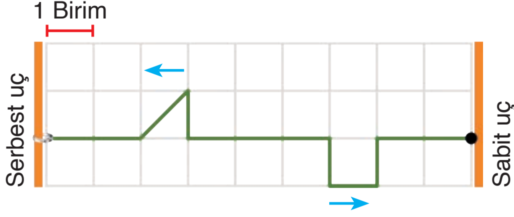
17. Homojen ve esnek bir yayda üretilen atma şekildeki gibi ok yönünde ilerlemektedir.



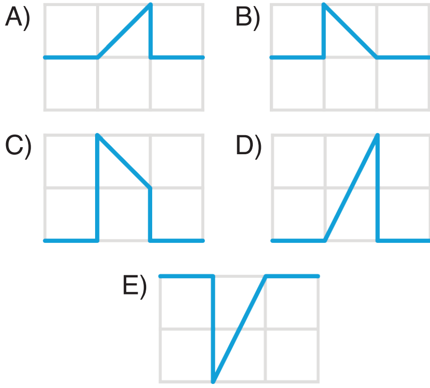
Yay üzerindeki K, L ve M noktalarının titreşim yönleri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

	K	L	M
A)	↓	↑	↑
B)	↑	↓	↑
C)	↓	↓	↑
D)	↑	↓	↓
E)	↓	↑	↓

18. Homojen, esnek ve gergin bir yayda oluşturulan iki farklı atma, gösterilen oklar yönünde 1 birim/saniye hızla ilerlemektedir.



Atmaların şekildeki konumdan 7 s sonra alacağı görünüm, aşağıda verilen seçeneklerden hangisi olur?



19. O noktasından birbirine bağlanmış X ve Y yaylarından oluşan sistemde X yayından şekildeki gibi baş aşağı gönderilen atma, O noktasından baş yukarı olarak yansıyor.



Buna göre

I. X yayı hafif, Y yayı ağır yaydır.

II. Y yayına iletilen atma baş yukarıdır.

III. Yansıyan atmanın hızı, iletilen atmanın hızından büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

20. Homojen, esnek ve gergin bir yayda oluşturulan atmanın hızı

I. Yayı geren kuvvet

II. Yayın birim uzunluğunun kütlesi

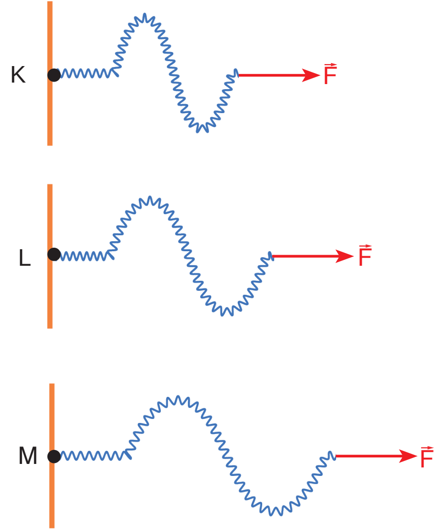
III. Atmanın genliği

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

21. Özdeş K, L ve M yayları eşit büyüklükte kuvvetlerle gerilerek dalga boyları $\lambda_K < \lambda_L < \lambda_M$ olan dalgalar oluşturuluyor.



Buna göre dalgaların frekansları f_K, f_L ve f_M arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) $f_K > f_L > f_M$ B) $f_K > f_M > f_L$

C) $f_L > f_K > f_M$ D) $f_M > f_L > f_K$

E) $f_M > f_K > f_L$

22. Bir dalga leğeninde oluşturulan doğrusal su dalgaları için verilen

I. Başka bir niceliği değiştirilmeden dalganın genliği azalırsa dalganın enerjisi azalır.

II. Leğendeki su derinliği aynı kalmak şartıyla dalganın frekansı azalırsa dalga boyu artar.

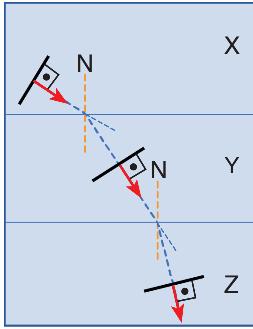
III. Dalga leğenine bir miktar su eklenirse dalgaların dalga boyu artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

23. Derinlikleri farklı bir dalga leğeninin X bölgesinde oluşturulan doğrusal su dalgalarının Y ve Z bölgelerine geçişi şekildeki gibidir.



Buna göre

I. Derinliği en fazla olan X ortamıdır.

II. Dalganın en yavaş ilerlediği ortam Z ortamıdır.

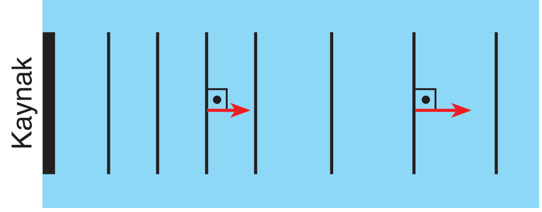
III. Dalganın X, Y ve Z ortamlarındaki frekansları eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

24. Bir dalga leğeninde sabit frekanslı bir kaynak tarafından üretilen doğrusal su dalgalarının üstten görünümü verilmiştir.



Buna göre dalga leğeninin düşey kesiti seçeneklerden hangisi gibidir?

A)

B)

C)

D)

E)

25. Bir dalga leğeninde oluşturulan su dalgalarının dalga boyunu artırmak için

I. Kaynağın frekansı azaltılmalı

II. Dalgaların genliği artırılmalı

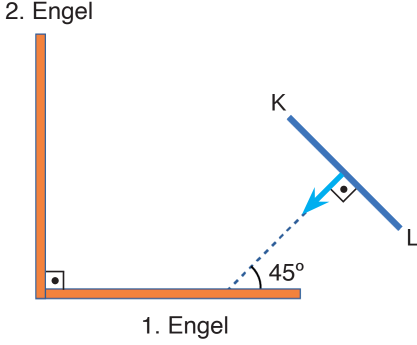
III. Suyun derinliği artırılmalı

işlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?

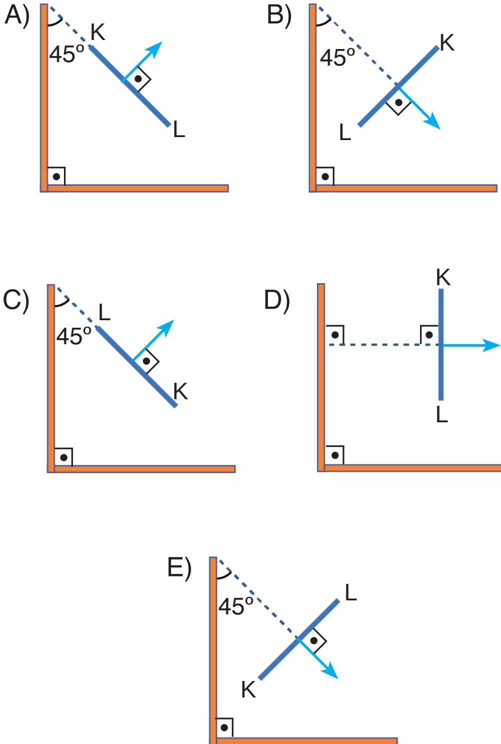
A) Yalnız I B) Yalnız II C) II ve III

D) I ve III E) I, II ve III

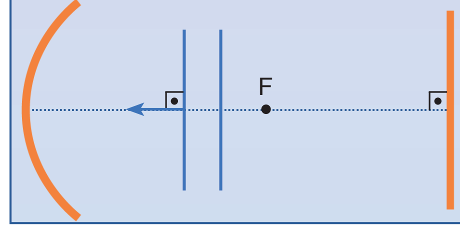
26. Derinliği sabit bir dalga leğenine birbirine dik olacak şekilde iki engel yerleştiriliyor. Doğrusal bir kaynak tarafından oluşturulan KL atması 1. engele çarpıp yansıyarak 2. engele ulaşıyor.



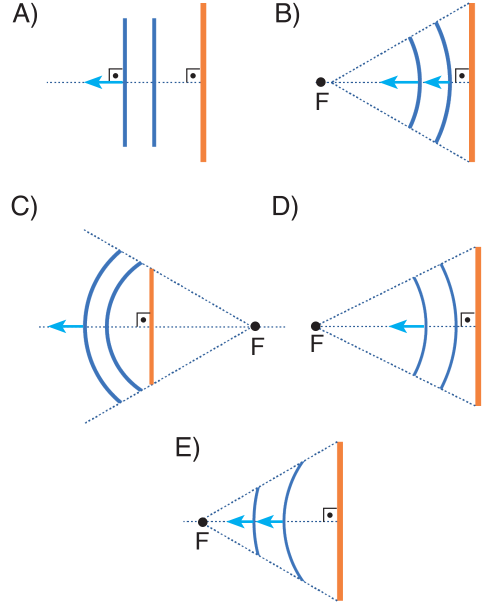
KL atmasının 2. engelden yansıdıktan sonraki şekli, verilen seçeneklerden hangisi gibi olur?



27. Derinliği sabit bir dalga leğenine odak noktası F olan bir çukur engel ve düz engel şekildeki gibi yerleştiriliyor. Dalga leğeninde oluşturulan doğrusal su dalgaları önce çukur engelden sonra düz engelden yansıyor.



Buna göre düz engelden ilk kez yansıyan dalganın şekli aşağıdakilerden hangisidir?



28. Piyano ve keman sesini birbirinden ayırt etmeyi sağlayan sesin hangi özelliğidir?

A) Tınısı B) Yüksekliği C) Şiddeti

D) Frekansı E) Yayılma hızı

29. Aynı ortamda çalınan gitar ve piyanonun oluşturduğu ses dalgalarının

I. Hız

II. Tını

III. Şiddet

niceliklerinden hangileri farklı olabilir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

30. Sonar cihazlarının çalışma prensibinde

I. Ses

II. Su

III. Elektromanyetik

dalgalarının hangilerinden yararlanılır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

31. Uzaktaki bir kişiye sesini duyurmak için bağırmak zorunda kalan kişi sesin

I. Hızı

II. Şiddeti

III. Frekansı

niceliklerinden hangisini değiştirmiş olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

32. Aşağıda verilen olaylardan hangisi rezonansla ilgilidir?

A) Belli frekanstaki seslerin camı kırabilmesi

B) Sonar cihazlarıyla balık sürülerinin tespiti

C) Kalorifer dairesindeki boru tamiratının üst katlardan duyulması

D) Engele çarpan ses dalgalarının geri dönmesi

E) Havada yayılan sesin katı ortama geçişte hızlanması

33. Depremle ilgili olarak

I. Mekanik dalgalar sınıfında yer alır.

II. Büyüklüğü sismografla ölçülür.

III. Şiddeti yapılar ve canlılar üzerindeki hasarın ölçüsüdür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

34. Deprem öncesi alınacak tedbirlerle ilgili olarak

I. Evlerde dolaplar ve devrilebilecek eşyalar duvara sabitlenmelidir.

II. Deprem anı için güvenli yerler tespit edilmelidir.

III. Gece kapılar açık bırakılmalıdır.

IV. Deprem sonrası binalardan güvenli çıkış yolları belirlenmelidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I, II ve III B) I, II ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

35. Ultrason cihazları yardımıyla yüksek frekanslı ses dalgalarının anne karnındaki bebekten yansıması ve soğurulmasıyla görüntü sağlanır. Ultrasonik ses dalgası, büyük ve düz yapılı yüzeylerden tamamen yansıdığı için net görüntü elde edilir. Pürüzlü ve sıvı yüzeylerden geçerken ise büyük kısmı soğurulduğu ve kırıldığı için görüntü netliği bozulur.

Aşağıda yer alan ultrason görüntüsündeki siyah kısımlar yansımanın hiç olmadığı sıvı dolu bölgelerdir. Bu bölgelerde gelen dalganın bütün enerjisi soğurulmuştur.



Bu bilgiler doğrultusunda, seçeneklerde verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Dalgalar ortam değiştirirken enerjilerinin bir kısmı kaybolur.

B) Ses dalgaları katı ve pürüzsüz yüzeylerden daha iyi yansır.

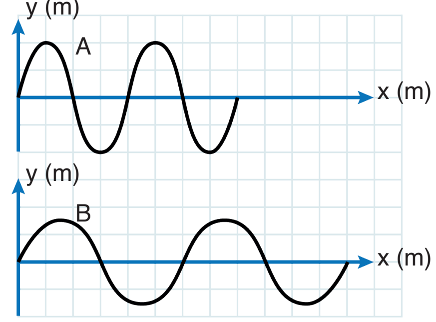
C) Ultrason cihazıyla gönderilen yüksek frekanslı ses dalgasının frekansı yansımadan sonra azalır.

D) Dalgaların genliği yansıma ve iletilme sırasında azalır.

E) Bazı maddeler ses dalgasını soğurur.

36-41. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

36. Sabit periyotlu bir kaynak tarafından üretilen A ve B dalgaları verilmiştir.

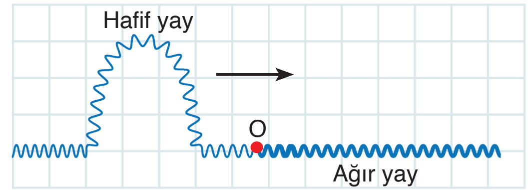


Buna göre

a) **A ve B dalgalarının dalga boyları arasındaki λ_A/λ_B oranı nedir?**

b) **A ve B dalgalarının hızlarının büyüklükleri arasındaki v_A/v_B oranı nedir?**

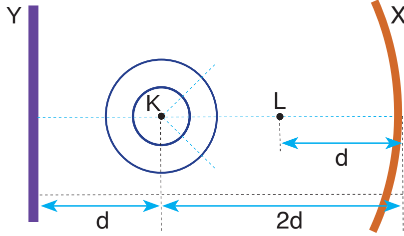
37. Hafif ve ağır yaydan oluşan bir sistemde hafif yayda oluşturulan bir atma ok yönünde ilerlemektedir.



Buna göre atmanın yayların birleşim yerinden (O) yansıyan ve iletilen kısmının bir süre sonraki şekli nasıl olur? Atmaların hızlarını dikkate alıp, tahmini olarak şeklini ve yerini çiziniz.



38. Derinliği her yerde aynı olan dalga leğeninin K noktasında bulunan noktasal kaynak sabit frekanslı su dalgaları oluşturuyor. Oluşan su dalgaları X engeline çarpıp yansıdıktan sonra Y engeline çarpıyor.

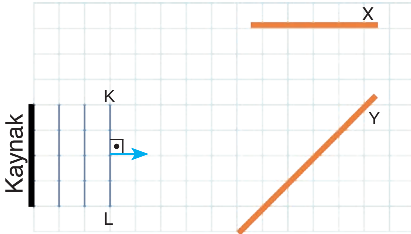


X engelinin odak uzaklığı d olduğuna göre

a) Y engelinden yansıyan dalgaların şekli nasıl olur? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

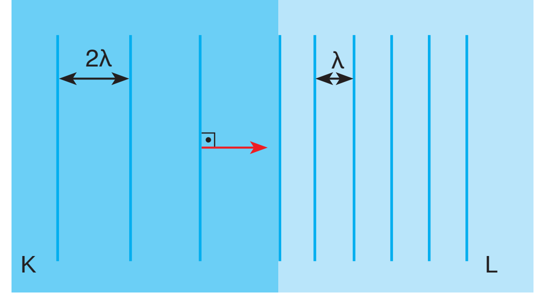
b) Kaynak K noktasından alınıp L noktasına yerleştirilirse X engelinden yansıyan dalgaların şekli nasıl olur? Çizerek gösteriniz.

39. Derinliği her yerde aynı olan dalga leğeninde oluşturulan bir KL doğrusal su dalgası ile X ve Y engelleri verilmiştir.



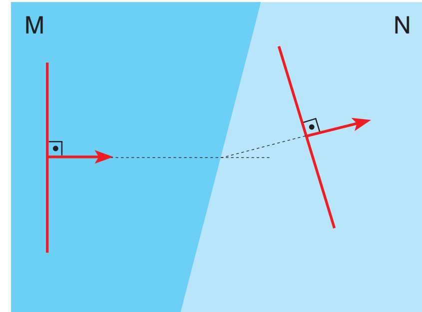
Buna göre KL dalgasının X engelinden yansıdıktan sonraki görünümünü şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

40. Bir dalga leğeninin K ortamında üretilen doğrusal su dalgalarının K ve L ortamlarındaki dalga boyları ile yayılma doğrultuları verilmiştir.



Buna göre su dalgalarının K ortamı ile L ortamındaki dalga boylarının farklı olmasının nedeni ne olabilir?

41. M ortamında üretilen doğrusal su dalgasının N ortamındaki yayılma doğrultusu verilmiştir.



Buna göre M ve N ortamlarının derinlikleri h_M ve h_N arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?



Ünite ile ilgili daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Ünite kavramları ile ilgili bulmacayı çözmek için karekodu okutunuz.

4.ÜNİTE

OPTİK

ÜNİTE KONULARI

4.1. AYDINLANMA
4.2. GÖLGE
4.3. YANSIMA
4.4. DÜZLEM AYNA
4.5. KÜRESEL AYNALAR
4.6. KIRILMA
4.7. MERCEKLER
4.8. PRİZMALAR
4.9. RENK

ANAHTAR KAVRAMLAR

4.1. AYDINLANMA
Aydınlanma şiddeti
Işık şiddeti
Işık akısı

4.2. GÖLGE
Gölge
Yarı gölge

4.3. YANSIMA
Yansıma

4.4. DÜZLEM AYNA

4.5. KÜRESEL AYNALAR
Odak noktası
Merkez
Tepe noktası
Asal eksen

4.6. KIRILMA
Kırılma
Kırıcılık indisi
Snell Yasası
Tam yansıma
Sınır açısı
Görünür uzaklık

4.7. MERCEKLER

4.8. PRİZMALAR

4.9. RENK

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

Optik ünitesinde ışığın davranış modelleri öğrenilecek; ışık şiddeti, ışık akısı ve aydınlanma şiddeti kavramları arasındaki ilişki açıklanacak, maddeler ışık geçirme özelliklerine göre sınıflandırılacaktır. Işıkta yansıma olayı su dalgaları ile ilişkilendirilerek düzlem ve küresel aynalarda görüntü oluşumu ve görüntünün özellikleri açıklanacaktır. Su dalgalarında kırılma olayından öğrenilenler yardımıyla ışıkta kırılma olayı analiz edilecek, merceklerin özellikleri ve mercek çeşitleri öğrenilecek; merceklerin nerelerde, hangi amaçlarla kullanıldığı örneklerle açıklanacaktır. Işık prizmalarında tek renkli ışığın izlediği yol ve beyaz ışığın prizmada renklerine ayrılması gözlemlenecek, prizmaların kullanım alanları öğrenilecektir. Işık ve boya renkleri arasındaki farklar karşılaştırılacak, ışık filtrelerine gönderilen ışığın gözlemci tarafından nasıl algılandığı incelenerek cisimlerin renkli görülme sebepleri açıklanacaktır.



Ünite karekodu



Ünite sunu karekodu

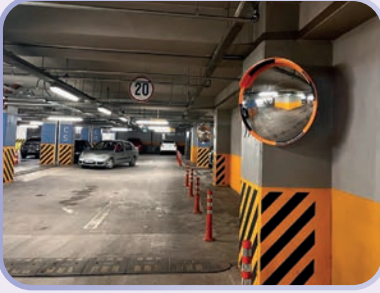


ÜNİTEYE BAŞLARKEN

Farklı türdeki aynalar, mercekler ve ışık prizmaları çok eski dönemlerden bu yana insanların hayatlarını kolaylaştırmıştır. Örneğin ilk kez 12. yüzyıl sonlarında kullanılan gözlükler görme bozukluklarının giderilmesi amacıyla merceklerin kullanıldığı optik araçlardır. Galileo Galilei (Galileyo Galiley), 17. yüzyılın başlarında merceklerle yapılan teleskopla gökyüzünü ilk defa incelemiş; sonraki dönemlerde ise Isaac Newton (Ayzek Nivtın), aynalı teleskop sistemini geliştirerek gök cisimlerinin hareketlerini gözlemlemiştir. Yine aynı dönemde Newton, bir ışık prizmasından geçirdiği güneş ışığının aslında çeşitli renkteki ışıklardan oluştuğunu fark etmiştir.

Görselleri inceleyerek verilen soruları cevaplayınız.

1. Bazı kavşaklarda ve otoparklarda yolların kesişim noktalarına görseldeki gibi aynalar yerleştirilir. **Bu aynaların özellikleri ve bu noktalara yerleştirilme nedeni hakkında neler biliyorsunuz?**





2. Büyüteç adı verilen optik araçlarla güneşli bir günde kâğıt parçası tutuşturulabilir. **Büyüteçlerin kâğıdı tutuşturması için ışığın bu araçlarda nasıl davranması beklenir?**





3. Yağmurlu günlerde gökyüzünde zaman zaman gökkuşağı oluşur. Havanın açık olduğu ve yağmurun olmadığı günlerde ise gökkuşağı görülmez. **Gökkuşağı sizce nasıl oluşur?**





4.1. AYDINLANMA

Işık yaşamın her alanında yer alan bir enerji türüdür. Bitkiler güneş ışığı yardımıyla fotosentez yapar ve besin üretir (Görsel 4.1). Diğer canlılar doğrudan veya dolaylı olarak bitkilerle beslenerek güneş ışığı sayesinde yaşamlarını sürdürür. Nesnelerden yayılan veya yansıyan ışık yardımıyla yakın ve uzak nesneler hakkında birçok bilgi elde edilir. Görme olayı ışık aracılığıyla mümkündür. Bilim insanları, binlerce ışık yılı uzaklıktaki yıldızların yapısını yıldızların yaydığı ışık yardımıyla analiz eder. Doğadaki tüm renkler ışığın yüzeyden yansıması ve soğrulması sonucu oluşur. Mimarlar, ressamlar, fotoğraf sanatçıları eserlerinde renklerden ve ışıktan yararlanır.

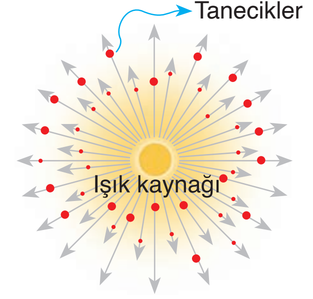


***Görsel 4.1:** Güneş ışığı*

Yansıma, kırılma ve görme olaylarının anlaşılması için ışığın yapısını ve davranışını bilmek gerekir. Bu bilgi aracılığıyla serap ve gökkuşağı gibi doğa olaylarının yanı sıra teleskop, kamera ve mikroskop gibi teknolojik aletlerin çalışma prensibi de açıklanabilir.

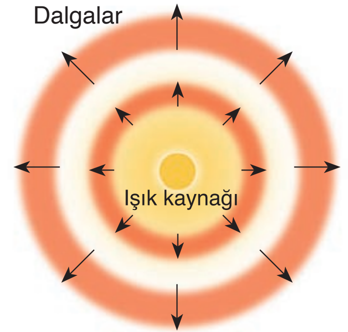
4.1.1. Işığın Davranış Modelleri

Işığın doğası ve yapısı hakkındaki görüşler Antik Mısır ve Yunan medeniyetlerine kadar uzanır. Yunan filozoflar ışığın görme hissi oluşturan taneciklerden oluştuğunu düşünmüşlerdir. Bu fikri temel alan Newton, ışığın kaynaktan çıkıp her yöne doğrusal şekilde yayılan taneciklerden oluştuğunu söyledi (Şekil 4.1). Newton, Tanecik Modeli olarak adlandırılan bu kuram yardımıyla ışığın yansıma ve kırılmasını başarılı bir şekilde açıkladı.



***Şekil 4.1**: Işığın tanecik modeli*

Newton ile aynı dönemde yaşayan Christiaan Huygens'a (Kristin Haygıns) göre ışık tanecikten ziyade dalga gibi davranmaktaydı. Dalga Modeli olarak adlandırılan bu kurama göre ışık, kaynaktan çıkan ve her yöne yayılan dalgalardan oluşur (Şekil 4.2).

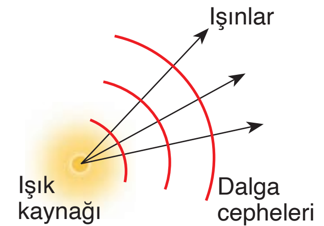


***Şekil 4.2**: Işığın dalga modeli*

1873 yılında James Clerk Maxwell (Ceyms Klark Maksvel), ışığın elektromanyetik dalga adı verilen bir tür dalga olduğunu öne sürdü. 1887'de Heinrich Hertz (Haynrik Hertz) Maxwel'in görüşünü deneylerle ispatlamasıyla ışığın Dalga Modeli iyice güçlendi.

20. yüzyılın başında Max Planck (Meks Plenk) sıcak cisimlerden yayılan ışımayı ışığın tanecik gibi davrandığını varsayarak açıkladı. Daha sonra Albert Einstein (Albırt Aynştayn) ve Artur Holly Compton'ın (Artur Holi Kamptın) ışığın maddeyle etkileşimine dair yaptığı çalışmalar ışığın tanecik modelinin tekrar güçlenmesine neden oldu.

Günümüzde bilim insanları ışığın ikili doğaya sahip olduğunu kabul etmektedir. Buna göre ışık hem dalga hem de tanecik gibi davranır. Bazı olaylarda ışığın tanecik yapısı ön plana çıkarken bazı olaylarda dalga yapısı ön plana çıkmaktadır. Her iki modelde de ışığın doğrusal yolla yayıldığı kabul edilir ve ışık kaynaktan çıkan ışınlarla gösterilir (Şekil 4.3).



***Şekil 4.3**: Işın modeli*



1. SIRA SİZDE

Işığın davranış modelleri ile ilgili sunum yapan bir öğrenci ışığın yüzeyden yansımasını tenis topunun zeminden sekmesine benzetmektedir.



Buna göre öğrencinin sunumu ışığın davranış modellerinden hangisiyle ilgilidir?



Bir mum aleviyle bir LED ampulün yaydığı ışık birçok yönden birbirinden farklıdır. LED ampulün yaydığı enerji mum alevine göre daha fazladır. LED ampül mum alevine göre daha parlaktır ve çevresini daha iyi aydınlatır. Kaynaklar arasında bu tür farklılıkların oluşmasına sebep olan nicelikler; ışık şiddeti, ışık akısı ve aydınlanma şiddetidir.



***Şekil 4.4**: Işık şiddeti*

4.1.2. Işık Şiddeti

Işık şiddeti noktasal bir kaynağın birim zamanda belli bir doğrultuda yaydığı ışık enerjisidir ve I harfi ile gösterilir (Şekil 4.4). SI birim siteminde birimi **candela** [kandela (cd)] kabul edilir. Işık şiddeti, genellikle ışığını dar açıyla etrafa yayan el feneri ve LASER gibi aydınlatma araçlarının parlaklıklarını karşılaştırmak için kullanılır.

4.1.3. Işık Akısı

Bir kaynağın **ışık akısı**, o kaynaktan birim zamanda her yöne yayılan toplam ışık enerjisidir ve ışık akısı Φ sembolüyle gösterilir (Şekil 4.5). SI birim sisteminde birimi **lümen** (lm) kabul edilir. Kaynağın ışık akısının matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



***Şekil 4.5**: Işık akısı*



MATEMATİKSEL MODEL

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot I$$

Φ : Işık akısı (lm)

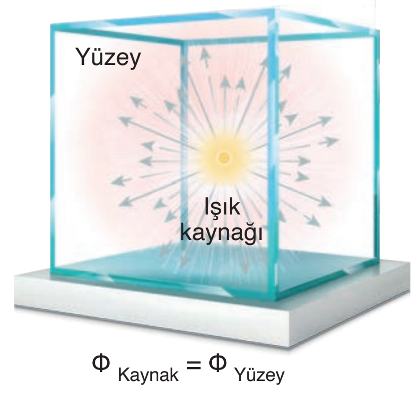
I : Işık şiddeti (cd)

Matematiksel modelden anlaşılacağı gibi bir kaynağın ışık akısı o kaynağın ışık şiddetine bağlıdır. Işık şiddeti ile ışık akısı arasındaki farkı ışık enerjisinin yayılımı belirler. Işık şiddeti kaynaktan sadece belli bir doğrultuda yayılan ışık enerjisiyken ışık akısı her yöne yayılan toplam ışık enerjisidir.

Aydınlatma amacıyla her yöne ışık verecek şekilde tasarlanan tavan lambaları, armatürler ve sokak lambaları gibi aydınlatma ürünlerinin parlaklıklarını karşılaştırmada kaynakların ışık akısı dikkate alınır.

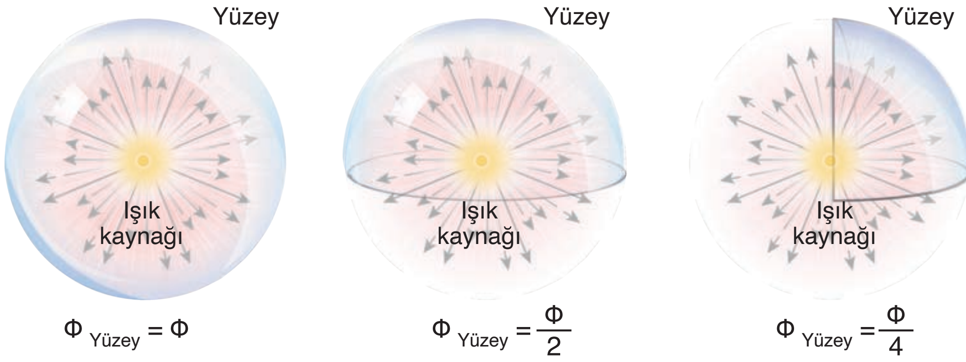
Kaynaktan ışık alan bir yüzeyin ışık akısı o yüzeye birim zamanda düşen ışık enerjisi miktarıdır. Eğer ışık kaynağı bir yüzey tarafından çepeçevre sarılıyorsa şekil ve boyutuna bakılmaksızın yüzeyin ışık akısı kaynağın ışık akısına eşit olur. Çünkü kaynağın yaydığı enerjinin tamamı onu çevreleyen yüzeye düşer (Şekil 4.6).

Işık kaynağı yüzey tarafından tam olarak çevrelenmiyorsa yüzeyin ışık akısı, kaynağın yaydığı toplam akının yüzeye düşen miktarıdır. Örneğin küresel bir yüzey tarafından çevrelenen ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı Φ ise yarım küre yüzeyinde oluşturacağı ışık akısı Φ/2, çeyrek küre yüzeyinde oluşturacağı ışık akısı Φ/4 olur (Şekil 4.7).



$\Phi_{Kaynak} = \Phi_{Yüzey}$

***Şekil 4.6**: Kapalı bir yüzeyin ışık akısı*



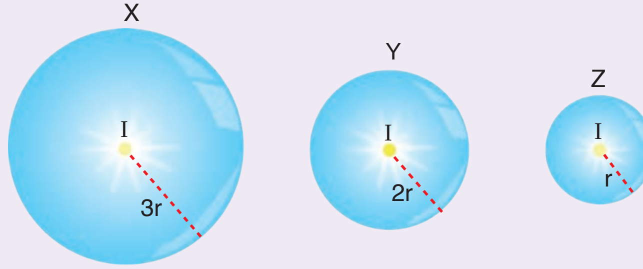
$\Phi_{Yüzey} = \Phi$ $\Phi_{Yüzey} = \frac{\Phi}{2}$ $\Phi_{Yüzey} = \frac{\Phi}{4}$

***Şekil 4.7**: Farklı yüzeylerin ışık akıları*



ÖRNEK

Yarıçapları sırasıyla 3r, 2r ve r olan X, Y ve Z kürelerinin merkezlerine ışık şiddeti I olan özdeş ışık kaynakları yerleştiriliyor.



Buna göre kürelerin yüzeyinde oluşan ışık akıları Φ_X, Φ_Y ve Φ_Z arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

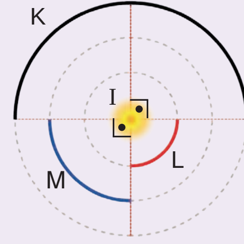
Kaynaklar küre yüzeyleri tarafından çepeçevre sarıldığından her bir küre yüzeyinde oluşan ışık akısı, kürenin içinde bulunan kaynağın toplam ışık akısına eşittir. Buna göre küre yüzeyinde oluşan ışık akıları arasındaki ilişki

$\Phi_X = \Phi_Y = \Phi_Z = 4 \cdot \pi \cdot I$ olur.

2. SIRA SİZDE

Merkezleri çakışık olacak şekilde yerleştirilen kürelerin merkezine ışık şiddeti I olan noktasal bir ışık kaynağı konuyor.

Buna göre K, L ve M yüzeylerinin Φ_K, Φ_L ve Φ_M ışık akıları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?





4.1.4. Aydınlanma Şiddeti



***Görsel 4.2:** Ameliyathane aydınlatması*

Kaynaktan çıkan ışık, cisimlerin yüzeylerine çarparak yüzeylerin görünürlüğünü artırır. Böylece ışığın düştüğü yüzey aydınlatılmış olur. Aydınlatma farklı amaçlarla kullanılır. Tiyatro ve konserlerde sahne aydınlatması dikkati sanatçıya çekmek için kullanılır. Müzelerde sergilenen eserlerin aydınlatılması ise eserin ön plana çıkarılması amacını taşır. Çalışma odalarındaki aydınlatma gözün yorulmaması esasına göre planlanırken ameliyathanelerdeki aydınlatmada ise net görüş elde etmek amaçlanır (Görsel 4.2).

Yüzeylerin veya nesnelerin ne kadar aydınlatıldığı aydınlanma şiddeti adı verilen fiziksel bir nicelikle ölçülür. Aydınlanma şiddeti yüzeye düşen ışık akısına bağlıdır. Aydınlanma şiddeti ile ışık akısı arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



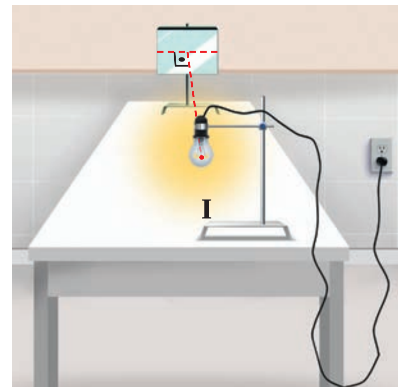
ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	**Işık Akısı ile Aydınlanma Şiddeti Arasındaki İlişki**	1 Ders Saati · Grup Çalışması
Etkinliğin Amacı	**Işık akısı ile aydınlanma şiddeti arasındaki ilişkiyi belirleyebilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • 25 W, 60 W ve 120 W gücünde üç adet şeffaf akkor lamba ve duy • Optik ekran ve ekran ayağı • Cetvel (1 m) ve tahta kalemi • Bağlantı ayağı ve bağlantı parçaları

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Optik ekranın tam ortasına tahta kalemiyle küçük bir nokta koyunuz.
2. 25 W gücündeki lambayı duya takıp bağlantı ayağıyla yerden yaklaşık 15 cm yükseltiniz. Optik ekranı lambanın 1 m uzağına kaynaktan çıkan ışınlara dik olacak şekilde yerleştiriniz.
3. Lambanın fişini prize takarak ekranın aydınlanmasını sağlayınız. Ekrana koyduğunuz noktanın çevresindeki aydınlanma şiddetini gözlemleyiniz.





4. Lambayı yavaş yavaş ekrana doğru yaklaştırınız. Bu esnada noktanın çevresindeki aydınlanma şiddetinin değişimini gözlemleyiniz.
5. Lambayı ilk konumuna geri getiriniz. Ekranı düşey eksen etrafında yavaş yavaş döndürerek noktanın çevresindeki aydınlanma şiddetinin değişimini gözlemleyiniz.
6. Lamba ve ekranı ilk konumuna tekrar getiriniz. Lambanın sıcak olacağını da dikkate alarak 25 W gücündeki lambayı sırasıyla 60 W ve 120 W gücündeki lambayla değiştiriniz. Her bir lamba değişiminde noktanın çevresindeki aydınlanma şiddetinin değişimini gözlemleyiniz.

Değerlendirme

1. Ekrana düşen ışık akısı ile ekrandaki aydınlanma şiddeti arasında nasıl bir ilişki vardır?



2. Lamba ve ekranın konumunu değiştirmeden yalnızca ekranı daha büyük ekranla değiştirseydiniz ışık akısı ve aydınlanma şiddeti nasıl değişirdi?



Etkinlikten de anlaşılacağı üzere aydınlanma şiddeti yüzeye düşen ışık akısıyla doğru orantılıdır. Birim yüzeye düşen ışık akısına **aydınlanma şiddeti** denir ve **E** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **lüx** [lüks (lx)] kabul edilir. Aydınlanma şiddetinin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

E : Aydınlanma şiddeti (lx)

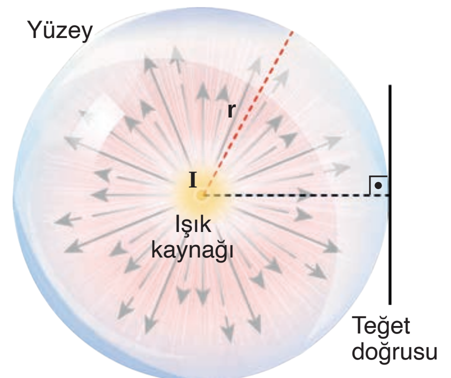
Φ : Işık akısı (lm)

A : Yüzey alanı (m^2)

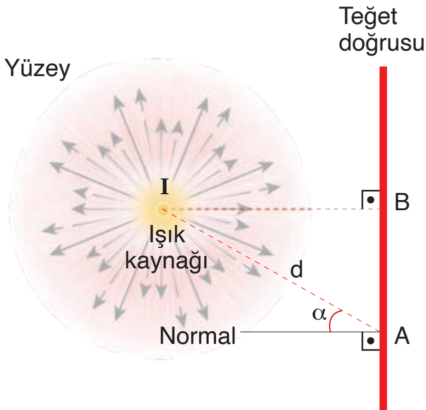
Merkezine ışık şiddeti I olan bir kaynak yerleştirilmiş r yarıçaplı kürenin yüzeyindeki aydınlanma şiddeti, küre yüzeyine düşen ışık akısının yüzey alanına bölünmesiyle hesaplanır.

Buna göre $E = \frac{\Phi}{A} = \frac{4 \cdot \pi \cdot I}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{I}{r^2}$ olur.

Kaynaktan çıkan ışınlar küre yüzeyine çizilen teğetlere diktir (Şekil 4.8). Bu nedenle bu bağıntı ışınların dik olarak düştüğü tüm yüzeyler için genellenebilir.



***Şekil 4.8**: Yüzeye dik gelen ışınlar*



Şekil 4.9: Nokta çevresindeki aydınlanma şiddeti

Işık şiddeti I olan kaynaktan d uzaklıkta bulunan bir yüzeyin A noktası çevresindeki aydınlanma şiddetinin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$E = \frac{I}{d^2} \cdot \cos\alpha$$

E : Aydınlanma şiddeti (lx)

I : Işık şiddeti (cd)

d : Yüzeye dik uzaklık (m)

Işınların yüzeye dik düştüğü B noktasındaki aydınlanma şiddeti maksimumdur. Buna göre gelen ışın ile yüzeyin normali arasındaki açı küçüldükçe nokta çevresindeki aydınlanma şiddeti artar (Şekil 4.9).



ÖRNEK

Işık akısı 800 lm olan bir tasarruf ampulü banyodan sökülerek yüzey alanı daha büyük olan salona takılıyor.

Buna göre ampulün salondaki ışık şiddeti, toplam ışık akısı ve aydınlanma şiddeti banyodakine göre nasıl değişir?



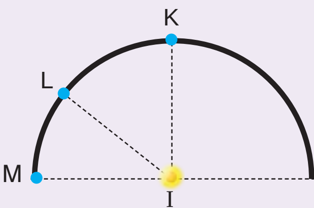
ÇÖZÜM

Işık şiddeti yalnızca kaynağa bağlıdır. Lamba banyodan sökülüp salona takıldığında ışık şiddetinde herhangi bir değişiklik olmaz. Kaynağın yaydığı toplam ışık akısı yalnızca kaynağın ışık şiddetine bağlıdır. Işık şiddeti değişmediğinden toplam ışık akısında herhangi bir değişiklik olmaz.

Banyo ve salon kapalı yüzeyler olduğundan her bir odanın yüzeyine düşen toplam ışık akısı kaynağın ışık akısına eşittir (800 lm). Ancak salonun yüzey alanı banyoya göre daha büyük olduğundan birim yüzeye düşen ışık akısı dolayısıyla aydınlanma şiddeti azalır.



ÖRNEK

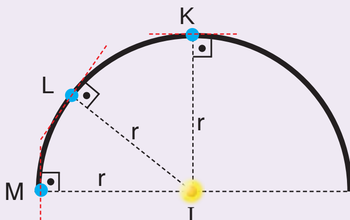


Işık şiddeti I olan noktasal bir kaynak yarım kürenin merkezine yerleştirilmiştir.

Buna göre K, L ve M noktalarındaki aydınlanma şiddetleri E_K, E_L ve E_M arasındaki ilişki nedir?



ÇÖZÜM

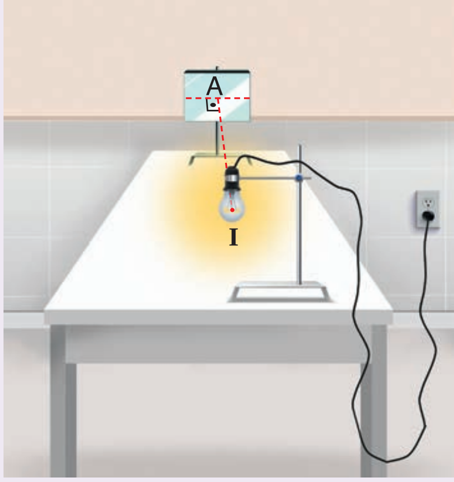


I ışık kaynağı kürenin merkezinde olup küre yüzeyinde bulunan K, L ve M noktalarına eşit uzaklıktadır (r). Kürenin merkezinden küre yüzeyine çizilen her doğru, yüzeye dik olacağından K, L ve M noktalarındaki aydınlanma şiddetleri arasındaki ilişki

$E_K = E_L = E_M$ olur.



3. SIRA SİZDE



Işık şiddeti I olan kaynağın karşısına A yüzey alanına sahip bir ekran yerleştiriliyor. Bu durumdayken kaynağın toplam ışık akısı Φ_{kaynak}, ekranda oluşan ışık akısı Φ_{ekran} ve ekrandaki aydınlanma şiddeti E kadardır.

Ekran, kaynağa göre konumu aynı kalacak şekilde yüzey alanı 2A olan başka bir ekran ile değiştirilirse Φ_{kaynak}, Φ_{ekran} ve E nasıl değişir?

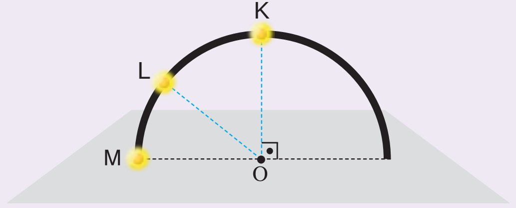




4. SIRA SİZDE

Özdeş noktasal K, L ve M ışık kaynakları yatay düzlem üzerine dik olarak yerleştirilen yarım çember üzerine konumlandırılmıştır.

Buna göre K, L ve M ışık kaynaklarının yarım çemberin merkezinde bulunan O noktasında oluşturdukları aydınlanma şiddetleri E_K, E_L ve E_M arasındaki ilişki nedir?







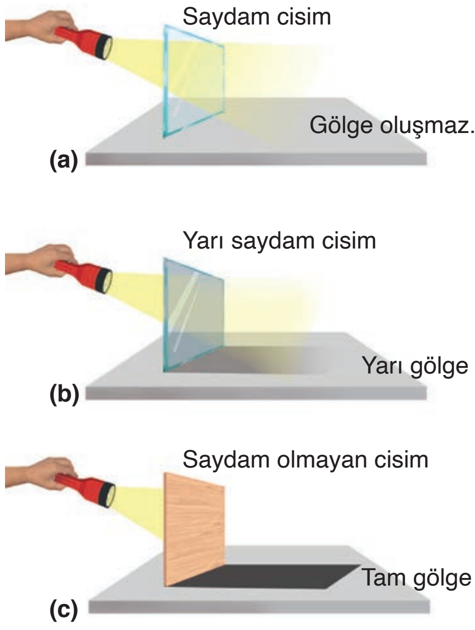
YORUMLAYINIZ

Lamba üreten firmalar lamba ambalajlarının üzerine güç, eş değer güç ve toplam ışık akısı değerlerini yazar. Görseldeki LED lambanın ambalajında yazan 13 W değeri bu lambanın gücünü gösterir. 100 W değeri eş değer gücü ifade eder. Bir başka ifadeyle bu değer LED lambanın akkor lambalarda karşılığı olan güç değeridir. 1521 lümen ise LED lambanın yayacağı ışık akısıdır.

Çalışma odanızı yeterince aydınlatmak için bir ampul satın almak istiyorsunuz. Bu durumda ampulün hangi değerine dikkat edersiniz? Yorumlayınız.







Şekil 4.10: *Tam ve yarı gölge oluşumu*

4.2. GÖLGE

Maddeler ışığı geçirmesine göre saydam, yarı saydam ve saydam olmayan şeklinde sınıflandırılır. Üstüne düşen ışığı çok büyük bir oranda (%98-%99) geçirebilen maddelere **saydam madde** denir. Cam, su ve hava saydam maddelere örnektir. Saydam maddeler ışığı geçirebildiklerinden arka kısımlarında gölge oluşmaz (Şekil 4.10.a).

Üstüne düşen ışığın bir kısmını geçirebilen maddelere **yarı saydam madde** denir. Yağlı kâğıt, tül perde ve buzlu cam yarı saydam maddelere örnektir. Yarı saydam maddeler aydınlatıldığında ışığı bir miktar geçirebildiklerinden arka kısımlarında yarı karanlık (veya yarı aydınlık) bir gölge oluşur. Bu tip gölgeye **yarı gölge** adı verilir (Şekil 4.10.b).

Üstüne düşen ışığı hiç geçirmeyen maddelere **saydam olmayan (opak) madde** denir. Ağaç, metal plaka ve beton saydam olmayan maddelere örnektir. Saydam olmayan maddeler ışık kaynağıyla aydınlatıldığında ışığı hiç geçirmediklerinden arka kısımlarında karanlık bir gölge oluşur. Bu tip gölgeye **tam gölge** adı verilir (Şekil 4.10.c).



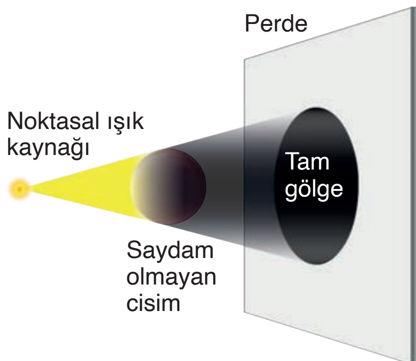
5. SIRA SİZDE

Bir organik gıda üretim merkezinde çeşitli bitki ve mantar türlerinin üretimi yapılmaktadır. Üretici, bol güneş ışığına ihtiyaç duyan yerli domates, daha az ışığa ihtiyaç duyan turp ve karanlıkta yetişen mantar üretmektedir.

Buna göre domates, turp ve mantar yetiştirilen seralarda verimli üretim yapabilmek için üreticinin sera kaplamasında kullandığı malzemenin ışığı geçirme özelliği nasıl olmalıdır?



Noktasal Işık Kaynaklarının Oluşturduğu Gölgeler

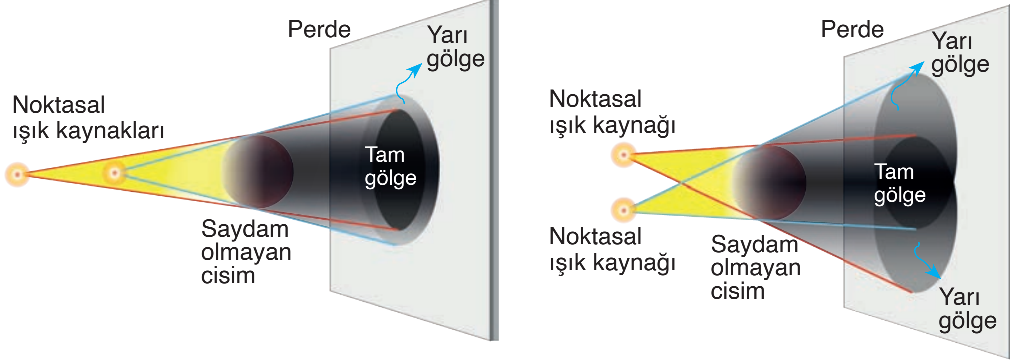


Şekil 4.11*: Tam gölge*

Tam ve yarı gölgenin oluşumu, gölgenin büyüklüğü ve konumu; ışık kaynağının noktasallığına, sayısına, konumuna ve ışığın engele göre boyutuna bağlıdır.

Işığı tek noktadan yayılan kaynaklara noktasal ışık kaynağı denir. Küçük bir LED ampul, uzaktaki sokak lambası, yıldızlar vb. noktasal ışık kaynakları arasında sayılabilir. Noktasal ışık kaynağı ile perde arasına saydam olmayan bir cisim yerleştirilirse perdede sadece tam gölge oluşur (Şekil 4.11). Kaynak ile cisim arasındaki mesafenin azaltılması perdede oluşan tam gölgenin alanını artırır. Mesafenin artırılması ise tam gölgenin alanını azaltır.

Tam gölge başka bir ışık kaynağı tarafından aydınlatılırsa yarı gölgeye dönüşür. Bu yüzden birden fazla noktasal ışık kaynağı kullanılarak perdede tam ve yarı gölge elde edilebilir. Şekil 4.12'de birden fazla noktasal ışık kaynağı kullanılması durumunda perdede oluşan tam ve yarı gölgelere çeşitli örnekler verilmiştir.



Şekil 4.12: *Birden fazla noktasal kaynağın oluşturduğu gölgeler*

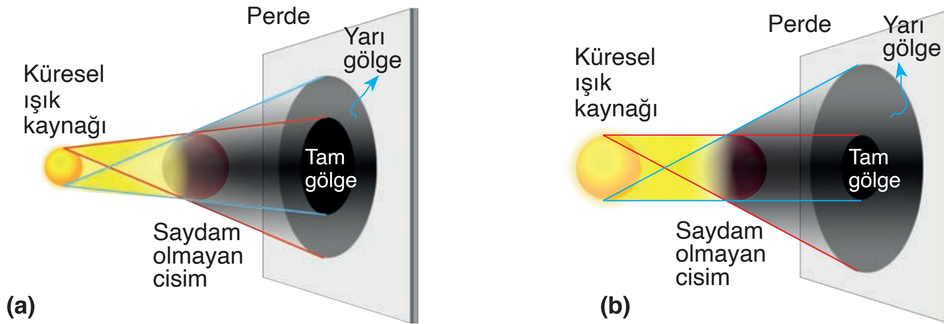
Noktasal Olmayan Işık Kaynaklarının Oluşturduğu Gölgeler

Işığı birden fazla noktadan yayılan kaynaklara noktasal olmayan ışık kaynağı denir. Bilgisayar ve televizyon ekranı, Güneş ve sokak lambası noktasal olmayan ışık kaynaklarından bazılarıdır. Noktasal olmayan kaynaklar geometrik şekillerine göre isimlendirilir. Örneğin Güneş küresel bir ışık kaynağıdır.

Küresel bir ışık kaynağı ile perde arasına saydam olmayan bir cisim yerleştirilirse perdede sadece yarı gölge veya hem tam hem de yarı gölge oluşur. Perdedeki gölge oluşumunu kaynağın, cismin ve perdenin birbirlerine göre konumu ile kaynak ve cismin boyutları belirler.

Buna göre

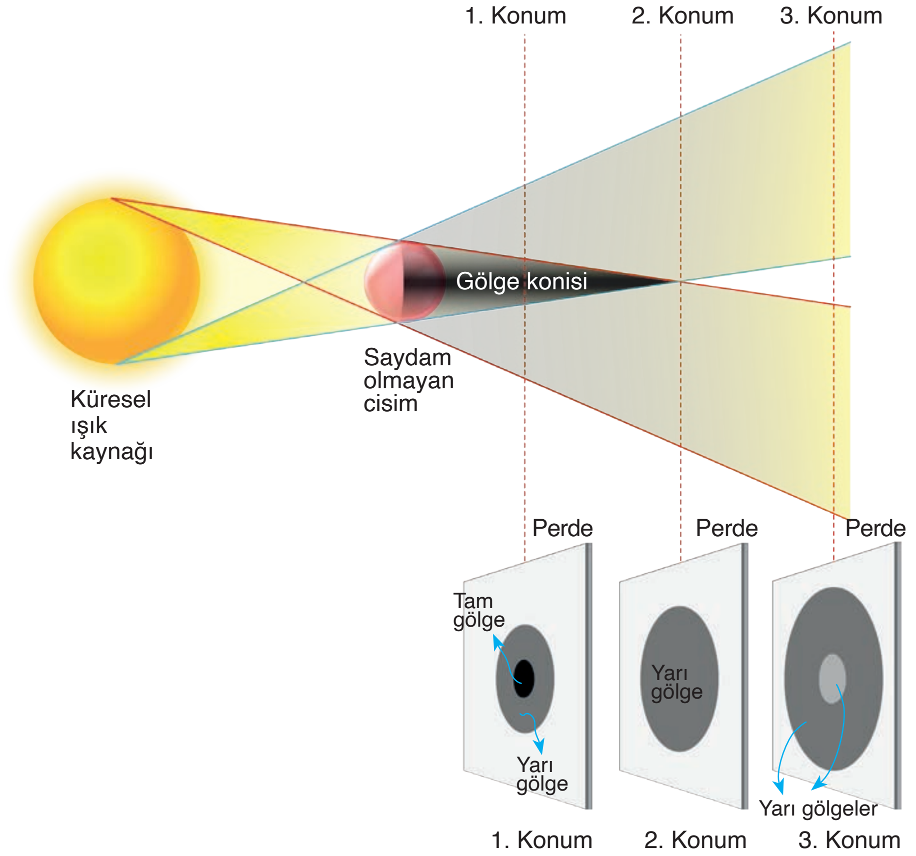
- Işık kaynağı cisimden küçükse perdede hem tam hem de yarı gölge oluşur (Şekil 4.13.a). Kaynakla cisim arasındaki mesafenin azaltılması veya perdeyle cisim arasındaki mesafenin artırılması hem tam hem de yarı gölgenin alanını artırır. Tersi durumda hem tam hem yarı gölgenin alanı azalır.



Şekil 4.13*: Küresel kaynağın oluşturduğu gölgeler*

- Işık kaynağı ile cisim aynı boyutlardaysa perdede hem tam hem de yarı gölge oluşur (Şekil 4.13.b). Oluşan tam gölge, kaynak ve cisimle aynı boyutlardadır. Kaynakla cisim arasındaki mesafenin azaltılması veya perdeyle cisim arasındaki mesafenin artırılması tam gölgenin alanını değiştirmezken yarı gölgenin alanını artırır. Tersi durumda ise yarı gölgenin alanı azalır.

- Işık kaynağı cisimden büyükse cismin arkasında gölge konisi oluşur. Perdenin yerleştirildiği konuma göre perdede hem tam hem yarı gölge oluşabildiği gibi sadece yarı gölgeler de oluşabilir. Şekil 4.14'te 1, 2 ve 3 konumlarına perde yerleştirilmesi durumunda perdede oluşacak gölgeler gösterilmiştir.

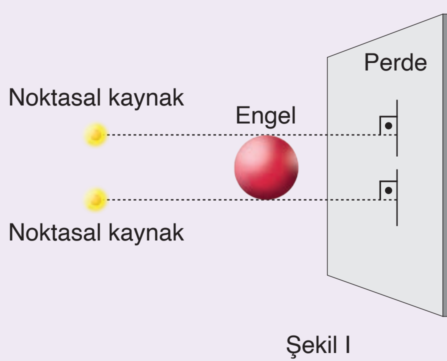


***Şekil 4.14**: Cisimden daha büyük boyutlardaki küresel ışık kaynağı ve perdede oluşan gölgeler*

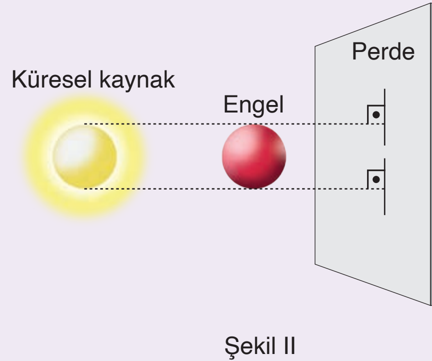


ÖRNEK

Noktasal ve küresel kaynaklar ile perdeler arasına saydam olmayan engeller konularak Şekil I ve Şekil II'deki sistemler oluşturuluyor.



Şekil I



Şekil II

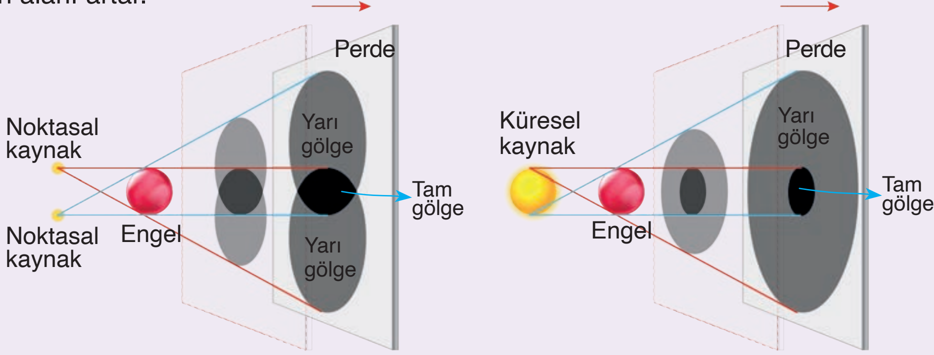
Buna göre perdelerin engellerden uzaklaşması tam ve yarı gölgelerin alanlarını nasıl değiştirir?





ÇÖZÜM

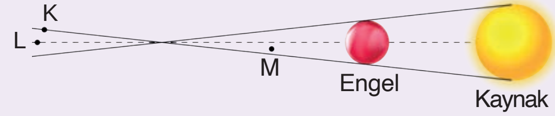
Şekil I'deki sistemde perde engelden uzaklaştırılırsa hem yarı hem tam gölgenin alanı artar. Şekil II'deki sistemde perde engelden uzaklaştırılırsa tam gölgenin alanı değişmezken yarı gölgenin alanı artar.





ÖRNEK

Karanlık bir ortamda küresel bir ışık kaynağı ve saydam olmayan küresel bir engelin konumları verilmiştir.

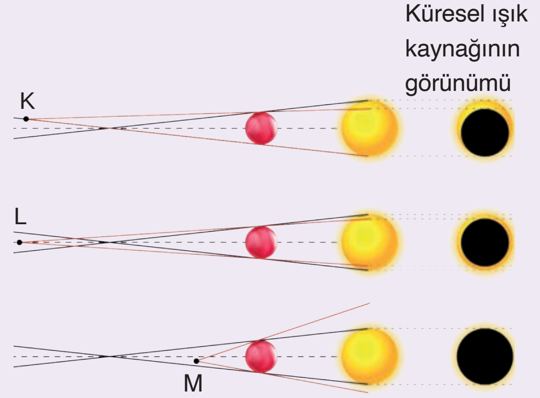


Engelin arkasındaki K, L ve M noktalarından ışık kaynağına bakan bir gözlemci kaynağı nasıl görür?



ÇÖZÜM

Kaynak ile engel arasında saydam olmayan engelin bulunması durumunda kaynaktan çıkan ışınların bazıları gözlemciye ulaşamaz. Dolayısıyla gözlemci kaynağın sadece bir kısmını görür. Gözlemcinin kaynağın ne kadarını göreceğini belirlemek için gözlemciden engelin sınırlarına doğrular çizilir. Bu doğrular kaynağa kadar uzatılır. Doğruların arasında kalan bölge kaynağın görünmeyen kısmıdır. Buna göre ışık kaynağının K, L ve M noktalarından bakan gözlemciye göre görünümü yandaki gibi olur.

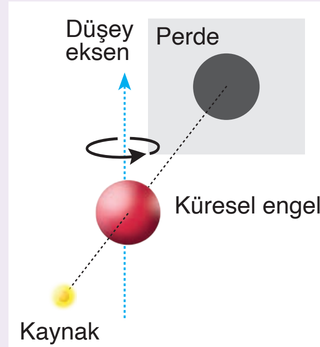




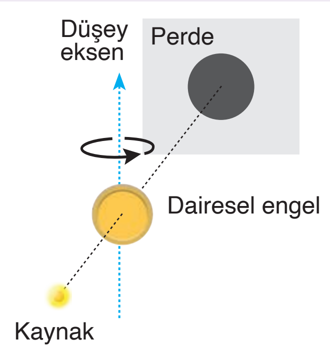
6. SIRA SİZDE

Noktasal ışık kaynağı ile yeterince büyük perde arasına Şekil I ve Şekil II'deki gibi saydam olmayan küresel ve dairesel engeller yerleştirilerek perdede tam gölgeler oluşturuluyor.

Buna göre her iki engel düşey eksen etrafında döndürülürse perdede oluşan gölgeler nasıl değişir?



Şekil I



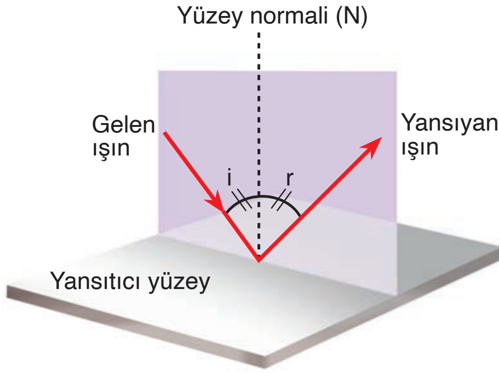
Şekil II

4.3. YANSIMA

Işığın yüzeylere çarparak geldiği ortama geri dönmesine **yansıma** adı verilir. Görme olayının ve aynalarda görüntü oluşumunun temelini ışığın yüzeylerden yansıması oluşturur. Yansıma olayı ışığın ve yüzeyin yapısından bağımsız olarak belli kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Bu kurallara **Yansıma Kanunları** adı verilir.

Yansıma Kanunları'na göre

1. Gelen ışın, yüzey normali ve yansıyan ışın daima aynı düzlemdedir. Yüzey normali (veya normal) yüzeye dik çizilen hayalî bir çizgidir.
2. Gelen ışın, yüzey normali ile aynı açıyı yapacak şekilde yansır. Bu kurala göre gelen ışın ile yüzey normali arasındaki açı (gelme açısı) i, yansıyan ışın ile yüzey normali arasındaki açı (yansıma açısı) r ise i = r'dir (Şekil 4.15).

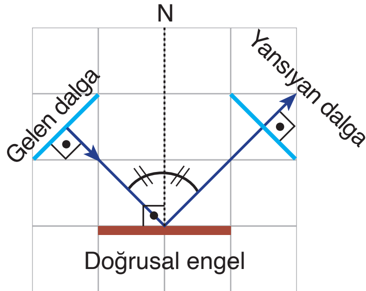


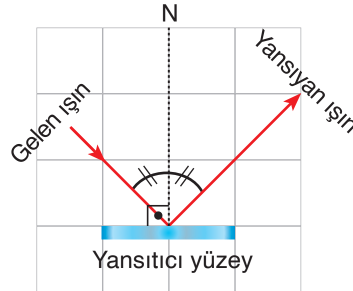
***Şekil 4.15**: Yansıma Kanunları*

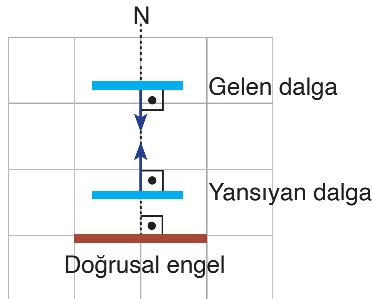


YORUMLAYINIZ

Eşit kareli düzlemde doğrusal su dalgalarının engellerden yansımasıyla ışığın yansıtıcı yüzeylerden yansıması aşağıda verilmiştir.







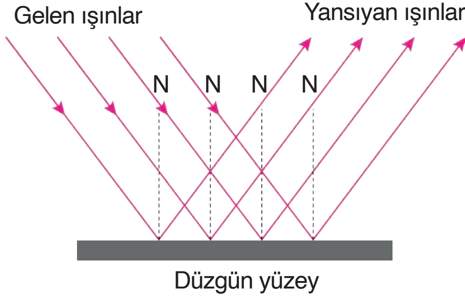


Buna göre su dalgalarının doğrusal engelden yansımasıyla ışığın yansıtıcı yüzeyden yansıması arasındaki benzerlikler nelerdir? Benzerliklerden yola çıkarak ışığın doğası ile ilgili hangi çıkarımda bulunabilirsiniz? Yorumlayınız.



Düzgün ve Dağınık Yansıma

Işığın düzgün bir yüzeyden yansıması ile pürüzlü bir yüzeyden yansıması birbirinden farklıdır. Paralel ışın demeti düzgün bir yüzeye çarptığında ışınlar yine birbirine paralel olacak şekilde yansır. Bu şekildeki yansımaya **düzgün yansıma** denir (Şekil 4.16). Dalgasız bir günde deniz fenerinin sudaki görüntüsü düzgün yansıma sonucu oluşur (Görsel 4.3).

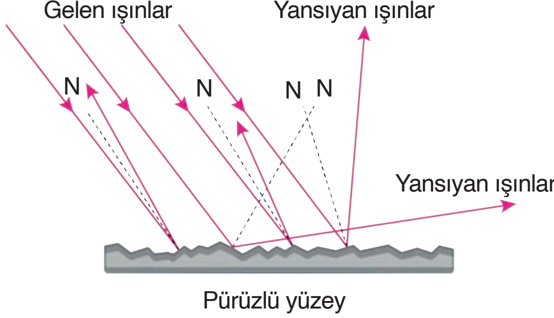


***Şekil 4.16**: Işığın düzgün yansıması*



***Görsel 4.3:** Düzgün yansıma sonucu oluşan görüntü*

Paralel ışın demeti pürüzlü bir yüzeye çarparsa her bir ışın kendi yüzey normaline göre farklı yönlerde saçılarak yansır (Şekil 4.17). Bu şekildeki yansımaya **dağınık yansıma** adı verilir. Dalgalı bir gölde yüzen kuşun sudaki görüntüsü dağınık yansıma sonucu oluşur. Kuştan gelen ışınlar su yüzeyinden dağınık şekilde yansır ve kuşun suda net olmayan görüntüsü oluşur (Görsel 4.4). Hem düzgün hem dağınık yansımada Yansıma Kanunları'nın geçerli olduğu unutulmamalıdır.



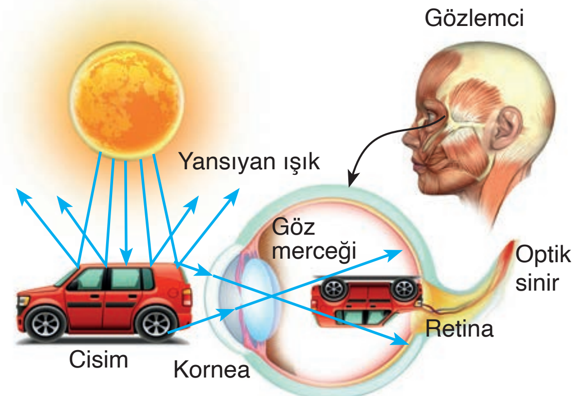
***Şekil 4.17**: Işığın dağınık yansıması*



***Görsel 4.4:** Dağınık yansıma sonucu oluşan görüntü*

Yansımanın Görme Olayına Etkisi

Işığın yüzeylerden yansıması görme olayının temelini oluşturur. Görme olayı göz tarafından toplanan ışığın beyin tarafından işlenmesi sonucu gerçekleşir. Nesnelere çarpıp yansıyan ışık kornea ve göz merceği tarafından retinada toplanır. Toplanan ışık retinada bulunan ışığa duyarlı hücreler tarafından elektrik sinyallerine dönüştürülür. Sinyaller optik sinirler aracılığıyla beynin ilgili bölümüne taşınır ve orada işlenerek cismin görüntüsü oluşur (Şekil 4.18). Bu süreç nesnelerden yansıyan ışık tarafından başlatıldığından yansıma olmadan görme olayı da olmaz.



***Şekil 4.18**: Görme olayında yansımanın rolü*



TARTIŞINIZ

Yağmurun ıslattığı bir yolda geceleri araç kullanmak yağışsız bir günde araç kullanmaktan daha zordur. Bu zorluğun nedenlerinden biri, araç farları ve sokak lambaları gibi çeşitli kaynaklardan yayılan ışığın daha rahatsız edici olmasıdır.

Yağmurlu gecelerde sürücüler ışıktan neden daha fazla rahatsız olur?
Tartışarak cevaplayınız.

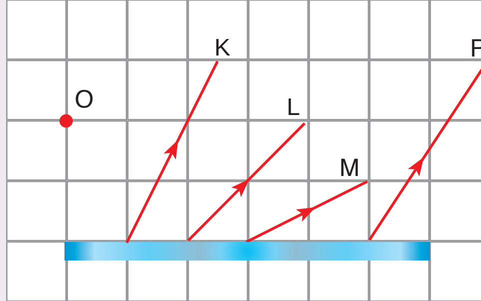






ÖRNEK

Düz ve yansıtıcı bir yüzeyden yansıyan K, L, M ve P ışınları aşağıdaki gibi gösterilmiştir.



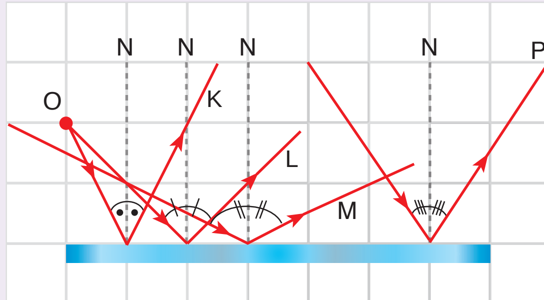
Buna göre K, L, M ve P ışınlarından hangileri O kaynağından yayılmış olabilir?
(Düzlem eşit karelere bölünmüştür.)



ÇÖZÜM

K, L, M ve P ışınlarının yüzeye temas ettiği noktalara yüzey normalleri çizilir. Yansıma açısı, gelme açısına eşit olacak şekilde gelen ışınlar çizilirse hangi ışınların O kaynağından yayıldığı bulunabilir.

Buna göre K ve L ışınları O kaynağından yayılmış olabilir.



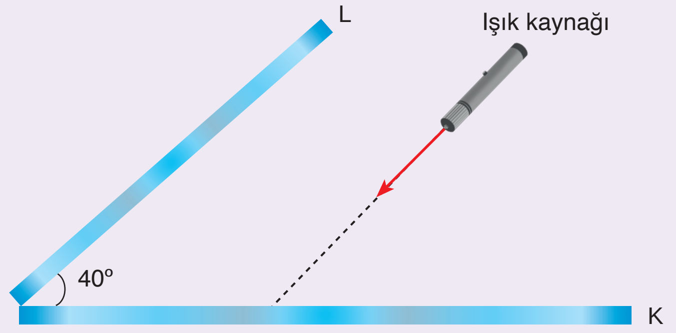


ÖRNEK

LASER ışık kaynağından K yüzeyine gönderilen ışın önce K sonra da L yüzeylerinden yansıyarak geldiği yoldan geri dönüyor.

Buna göre ışının K yüzeyine gelme açısı kaç derecedir?

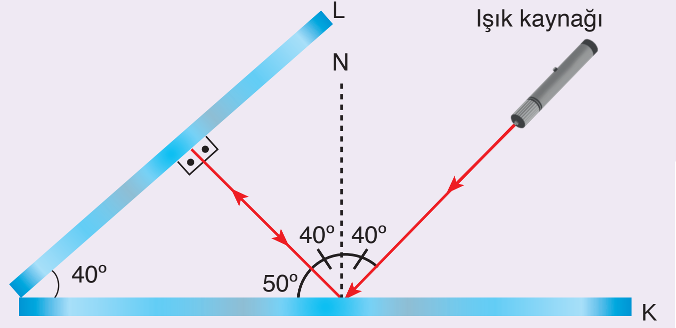
(K ve L düz ve yansıtıcı yüzeylerdir.)





ÇÖZÜM

Işın L yüzeyinden yansıdıktan sonra geldiği yoldan geri döndüğüne göre L yüzeyine dik gelmiştir. Buna göre ışının K yüzeyine gelme açısı 40°dir.





7. SIRA SİZDE

Normal mikroskobik pürüzlerin bulunduğu kaba sayfaya basılmış bir metni okumak, yüzeyi pürüzsüz hâle getirilmiş parlak dergi sayfalarındaki metni okumaya göre neden daha kolaydır? Açıklayınız.



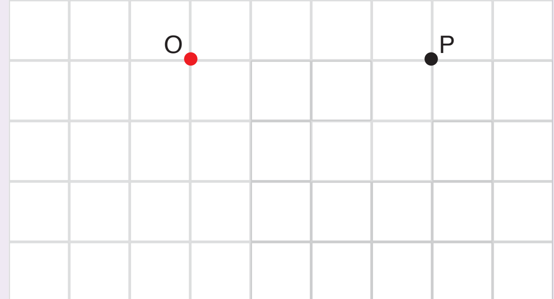


8. SIRA SİZDE

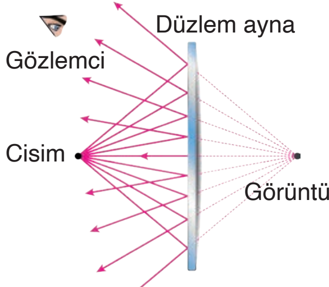
O noktasındaki LASER ışık kaynağından çıkan ışınlar, iki adet düz ve yansıtıcı yüzeyden yansıdıktan sonra P noktasından geçiyor.

Buna göre yansıtıcı yüzeylerin konumunu ve ışığın izleyeceği yolu verilen kareli düzlem üzerine çizerek gösteriniz.

(Düzlem eşit karelere bölünmüştür.)



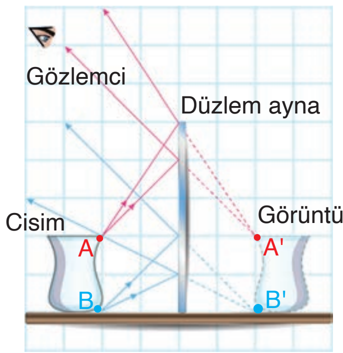
4.4. DÜZLEM AYNA



***Şekil 4.19**: Düzlem aynada görüntü oluşumu*

Yansıtıcı yüzeyi düz olan aynadır. Lavabo ve boy aynaları, bazı araçlardaki dikiz aynası düzlem aynaya örnektir. Düzlem aynada görüntü cisimden ve aynadan yansıyan ışınlar sayesinde oluşur. Herhangi bir ışık kaynağından cisme gelen ışınlar önce cisimden sonra da aynadan yansıyarak gözlemciye ulaşır. Gözlemci, aynadan yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yerde cismin görüntüsünü görür (Şekil 4.19).

Bir cismin düzlem aynadaki görüntüsünü çizimlerle bulabilmek için öncelikle cisim üzerinde farklı noktalar belirlenir. Bu noktalar genellikle cismin uç veya köşe noktalarıdır. Belirlenen noktaların her birinden aynaya doğru en az iki ışın çizilir ve ışınlar aynadan yansıtılır. Yansıyan ışınların uzantılarının kesiştiği yer o noktanın görüntüsünün yeridir. Bu şekilde bütün noktaların görüntülerinin yeri bulunduktan sonra noktaların görüntüleri cisimdeki gibi birleştirilerek cismin aynadaki görüntüsü elde edilir (Şekil 4.20). Cismin görüntüsü pratik olarak cismin aynaya göre simetriği çizilerek de bulunabilir.



***Şekil 4.20:** Düzlem aynada görüntü çizimleri*

Düzlem aynada oluşan görüntülerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

- Yansıyan ışınların uzantılarının kesişmesiyle oluştuğundan görüntü sanaldır. Sanal görüntüler aynanın arkasında oluşur ve perde üzerine düşürülemez.
- Görüntünün aynaya olan uzaklığı, cismin aynaya olan uzaklığına eşittir.
- Görüntü cisme göre düzdür.
- Görüntünün boyu cismin boyuna eşittir.

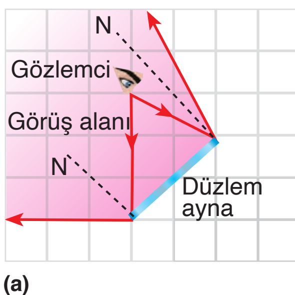
Görüş Alanı

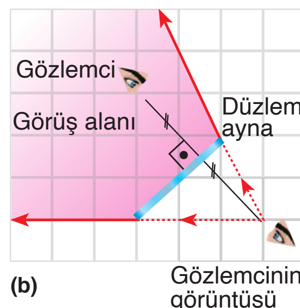
Araç kullanan kişiler aracın yan aynaları ve dikiz aynası yardımıyla arkasındaki ve yanındaki diğer araçları görebilir (Görsel 4.5). Bu durum olası birçok kazayı önler. Saçını kestiren bir kişi aynalar yardımıyla berberin saç kesimini farklı açılardan izleyebilir. Örneklerden anlaşılacağı üzere gözlemcinin aynalar yardımıyla farklı alanları görebilmesi aynanın görüş alanıyla ilgilidir. **Görüş alanı** aynaya bakan gözlemcinin ayna yardımıyla görebildiği alandır.



***Görsel 4.5:** Araç yan aynası*

Aynanın görüş alanı çizimlerle belirlenirken gözlemcinin konumundan aynanın sınırlarına ışınlar çizilir. Bu ışınlar Yansıma Kanunları'na uygun olacak şekilde aynadan yansıtılır. Yansıyan ışınlar ile ayna arasında kalan bölge aynanın görüş alanıdır (Şekil 4.21.a). Görüş alanını belirlemenin başka bir yolu da gözlemcinin görüntüsünden aynanın sınırlarına ışınlar çizmektir. Bu yöntemde ışınlar yansıtılmaz ve aynanın önüne doğru uzatılır. Ayna ile ışınlar arasında kalan bölge aynanın görüş alanıdır (Şekil 4.21.b).





***Şekil 4.21**: Düzlem aynada görüş alanı çizimi*

Görüş alanını etkileyen değişkenleri belirlemek için diğer sayfadaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (DENEY)

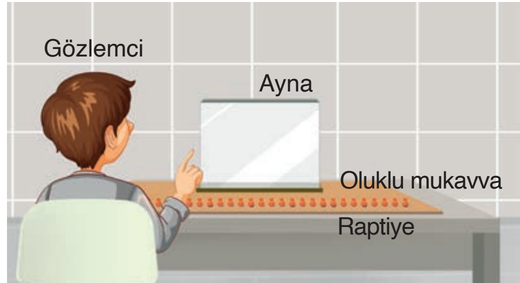


Etkinlik İsmi	**Görüş Alanını Etkileyen Değişkenler**
Etkinliğin Amacı	**Görüş alanını etkileyen değişkenler hakkında çıkarım yapabilme.**

1 Ders Saati · Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- Oluklu mukavva (70 x 100 cm)
- 5 x 10 cm, 5 x 20 cm, 5 x 30 cm ebatlarında üç adet düzlem ayna
- Cam (5 x 10 cm)
- Raptiye
- Tahta blok
- Cetvel
- Bant

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.



1. Oluklu mukavvayı deney masasının üstüne yatay şekilde yerleştiriniz ve bantla sabitleyiniz.
2. Mukavvanın uzun kenarından 1 cm içeriye ve mukavvanın kenarına paralel olacak şekilde bir çizgi çiziniz. Çizginin üzerine 1 cm aralıklarla yaklaşık 30 adet raptiye batırınız.
3. 5 x 10 cm, 5 x 20 cm, 5 x 30 cm ebatlarındaki aynaları sırasıyla üzerine raptiye batırdığınız çizginin 15 cm ilerisine çizgiye paralel ve mukavva düzlemine dik olacak şekilde yerleştiriniz. Ayna seviyesinden bakarak aynada gördüğünüz raptiye sayısını Tablo 4.1'in ilgili kısmına yazınız.
4. 5 x 10 cm ebatlarındaki aynayı tekrar raptiyelerin 15 cm ilerisine yerleştiriniz. Ayna seviyesinden bakarak aynada gördüğünüz raptiye sayısını Tablo 4.2'nin ilgili kısmına kaydediniz. Baktığınız konumu hiç bozmadan aynayı raptiyelerden önce 30 cm sonra da 45 cm uzağa taşıyınız. Aynanın çizgiye paralel olmasına dikkat ediniz. Aynanın her bir konumu için aynada görülen raptiye sayısını Tablo 4.2'nin ilgili kısmına yazınız.
5. 5 x 10 cm ebatlarındaki aynayı tekrar raptiyelerin 15 cm ilerisine yerleştiriniz. Raptiyeler ile ayna önüne önce cam levhayı sonra da tahta bloku yerleştirerek aynada görünen raptiye sayısının değişimini gözlemleyiniz.

Tablo 4.1

Ayna ebatları	Görülen raptiye sayısı
5 x 10 cm	
5 x 20 cm	
5 x 30 cm	

Tablo 4.2

Raptiyelere olan uzaklık	Görülen raptiye sayısı
15 cm	
30 cm	
45 cm	

Değerlendirme

1. Aynanın boyutları ile görüş alanı arasındaki ilişki nedir?



2. Aynanın gözlemciye uzaklığı görüş alanını nasıl etkiler?



3. Saydam olan ve saydam olmayan engeller görüş alanını nasıl etkiler?



Görüş alanının büyüklüğü; aynanın boyutlarına, gözlemci ile aynanın birbirlerine göre konumuna ve gözlemci ile ayna arasındaki uzaklığa bağlıdır.

- Aynanın boyutları arttıkça görüş alanı artar. Bu durum Şekil 4.22'de çizimlerle gösterilmiştir. Eşit karelere bölünmüş düzlemde bulunan 1 birim uzunluğundaki aynaya bakan gözlemci, duvardaki kırmızı noktalardan dördünü, 2 birim uzunluğundaki aynaya bakan gözlemci ise duvardaki noktalardan yedisini görebilir.



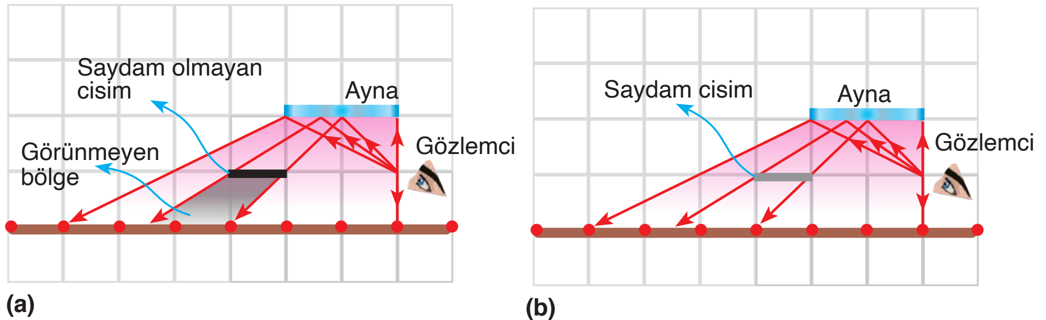
***Şekil 4.22**: Aynanın boyutlarının görüş alanına etkisi*

- Gözlemcinin aynaya olan uzaklığı arttıkça görüş alanı azalır. Bu durum Şekil 4.23'te çizimlerle gösterilmiştir. Başlangıçta aynaya 1 birim uzakta bulunan gözlemci, duvardaki kırmızı noktalardan dördünü görmekteyken aynanın kendisinden uzaklaşmasıyla birlikte bu noktalardan sadece üçünü görebilir.



***Şekil 4.23**: Aynaya olan uzaklığın görüş alanına etkisi*

- Saydam olmayan cisimler ışığı geçirmediklerinden görüş için engeldir ve görüş alanını daraltır (Şekil 4.24.a). Saydam cisimler ise ışığı geçirebildiklerinden engel oluşturmaz ve görüş alanını etkilemez (Şekil 4.24.b).

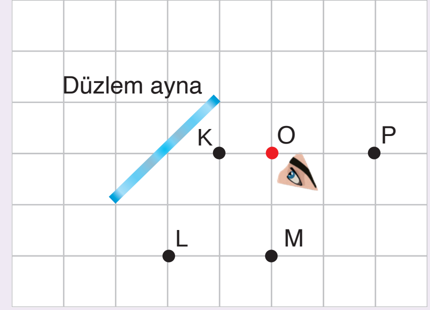


***Şekil 4.24**: Saydam olmayan ve saydam cisimlerin görüş alanına etkisi*



ÖRNEK

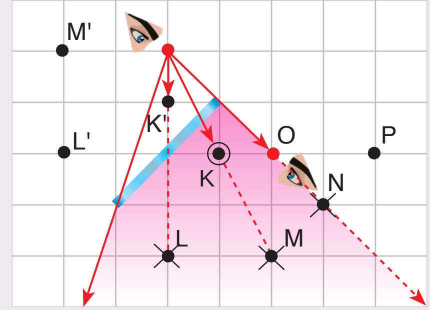
Eşit karelere bölünmüş düzlemde O noktasından bakan bir gözlemci, noktasal olmayan opak K, L, M, N ve P cisimlerinden hangilerinin görüntülerini düzlem aynada görebilir?





ÇÖZÜM

Gözün aynadaki görüntüsünden yola çıkarak aynanın görüş alanı çizilir. P cismi görüş alanı dışında kaldığı için gözlemci tarafından aynada görülmez. L ve M'den gelen ışınlar aynadan yansıdıktan sonra K'ye, N'den gelen ışınlar da gözlemcinin kendisine çarptığı için gözlemciye ulaşmaz. Bu nedenle sadece K cismi gözlemci tarafından aynada görülür. Gözlemcinin aynada görebildiği cisimleri belirlemenin en kolay yöntemi gözlemcinin görüntüsünden cisimlere ışınlar çizmektir. Işınlar saydam olmayan cisme, cisimlerin görüntüsüne veya gözlemciye denk gelirse bu cisimler aynada görülmez.

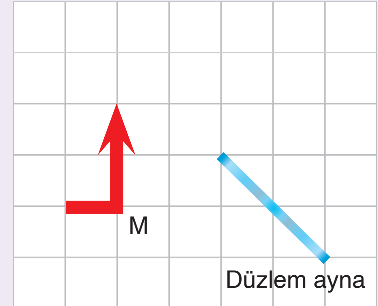




9. SIRA SİZDE

Eşit karelere bölünmüş düzlemde bir düzlem ayna önüne M cismi yerleştiriliyor.

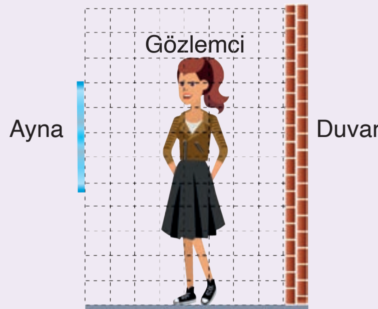
Buna göre M cisminin düzlem aynadaki görüntüsünü şeklin üstüne çizerek gösteriniz.





10. SIRA SİZDE

Eşit karelere bölünmüş düzlemde bulunan gözlemci, düzlem ayna yardımıyla vücudunun ve yeterince yüksek olan duvarın bir kısmını görebilmektedir.



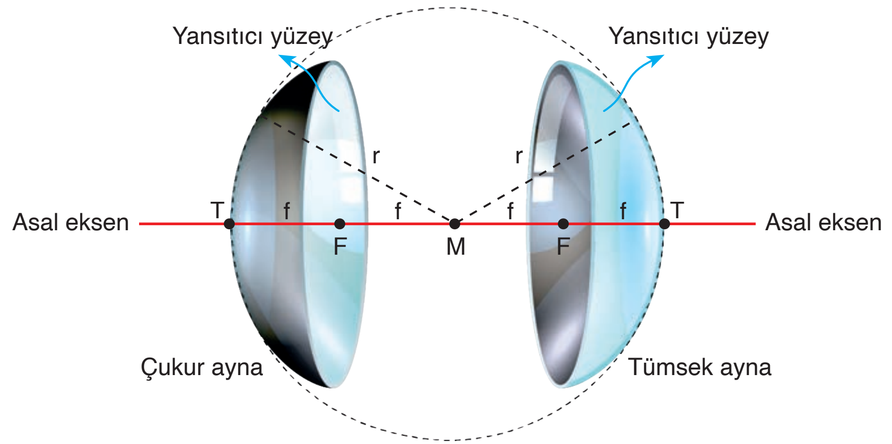
Buna göre gözlemcinin aynaya yaklaşması ve aynadan uzaklaşması vücudunda ve duvarda gördüğü alanı nasıl değiştirir?

4.5. KÜRESEL AYNALAR

Küresel aynalar yansıtıcı yüzeyi küre parçası olan aynalardır. İç yüzeyi parlatılan küresel aynalara **çukur ayna,** dış yüzeyi parlatılanlara da **tümsek ayna** denir.

Küresel aynalarda,

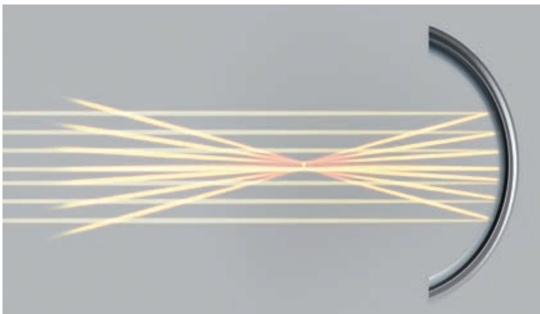
- Küre merkezine aynanın merkezi (M)
- Küre merkezinden aynanın ortasına çizilen çizgiye asal eksen
- Asal eksenin aynayı kestiği noktaya tepe noktası (T)
- Tepe noktası ile merkez arasındaki uzunluğun tam ortasına odak noktası (F)
- Merkez ile tepe noktası arasındaki uzunluğa eğrilik yarıçapı (|TM|)
- Eğrilik yarıçapının yarısına odak uzaklığı (|TF|) denir (Şekil 4.25).



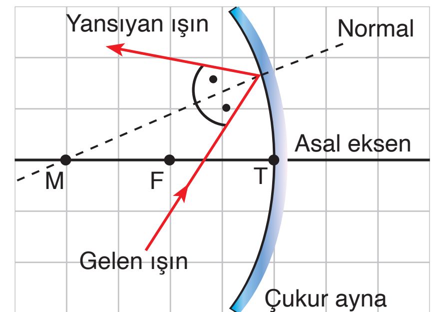
***Şekil 4.25**: Çukur ve tümsek ayna*

4.5.1. Çukur Aynalar

Çukur aynalar asal eksenine paralel gelen ışınları odak noktasında toplayan aynalardır (Görsel 4.6). Düzlem aynada olduğu gibi çukur aynaya gelen ışınlar da Yansıma Kanunları'na uygun olarak yansır. Çukur aynanın normali aynanın merkezinden geçen doğrudur (Şekil 4.26).



***Görsel 4.6:** Çukur aynada ışığın toplanması*

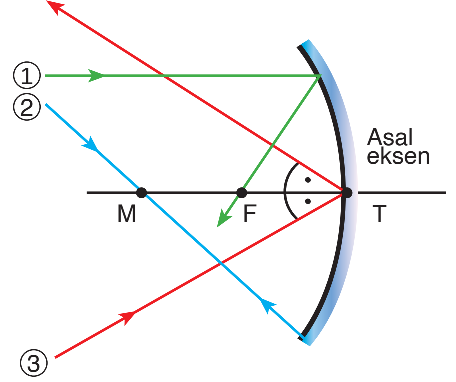


***Şekil 4.26**: Çukur aynada ışığın yansıması*

Küresel aynalarda görüntü çizimlerinin pratik olarak yapılabilmesi için bazı ışınların yansıdıktan sonra kendisinin veya uzantısının asal ekseni kestiği noktayı tam olarak bilmek gerekir. Bu ışınlara özel ışınlar denir. Çukur aynalarda aynanın asal eksenine paralel gönderilen ışınlar, merkezden geçen ışınlar ve tepe noktasına gönderilen ışınlar özel ışınlardan bazılarıdır.

Buna göre

- Aynanın asal eksenine paralel gönderilen ışınlar odak noktasından geçecek şekilde yansır (1). Odak noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar da asal eksene paralel şekilde yansır. Işığın bu özelliğine **tersinirlik özelliği** adı verilir.
- Aynanın merkezinden geçecek şekilde gönderilen ışınlar kendi üzerinden geri dönecek şekilde yansır (2).
- Aynanın tepe noktasına gönderilen ışınlar (3) asal eksenle aynı açıyı yapacak şekilde yansır (Şekil 4.27).

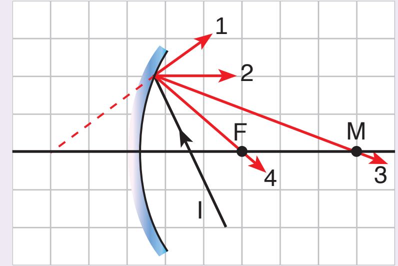


***Şekil 4.27**: Çukur aynada özel ışınlar*

ÖRNEK

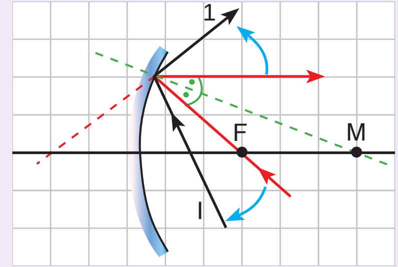
Odak noktası F olan bir çukur aynaya I ışını gönderiliyor.

Buna göre I ışınının aynada yansıdıktan sonra izleyeceği yol hangisi olabilir?



ÇÖZÜM

I ışını odaktan geçerek aynaya gelseydi asal eksene paralel yansırdı. Işın, odak ile ayna arasından geldiği için 1 numaralı yolu izleyerek aynadan yansır.

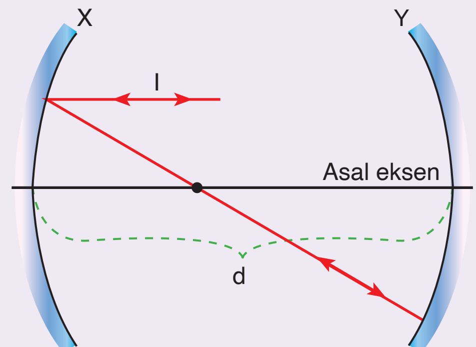


11. SIRA SİZDE

Asal eksenleri çakışık, odak uzaklıkları f_X ve f_Y olan X ve Y çukur ayna sisteminin asal eksenlerine paralel gönderilen I ışını aynalardan yansıdıktan sonra kendi üzerinden geri dönmektedir.

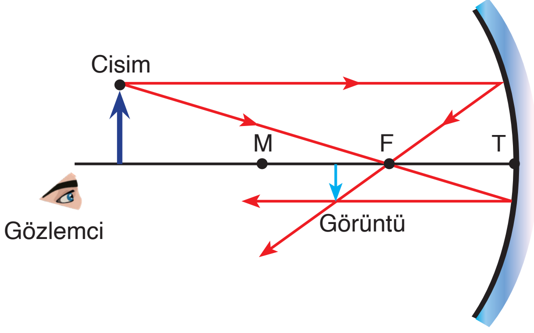
Buna göre aynalar arasındaki d uzaklığı aynaların odak uzaklıkları cinsinden nedir?





Çukur Aynada Görüntü Oluşumu

Çukur aynada cismin aynaya göre konumu görüntünün özelliklerini belirler. Görüntü çizimi yapılırken aynaya cismin asal eksen üzerinde bulunmayan uç veya köşe noktalarının her birinden en az iki özel ışın gönderilir. Işınlar Yansıma Kanunları'na uyacak şekilde aynadan yansıtılır. Yansıyan ışınların kendisinin veya uzantılarının kesiştiği yer o noktanın görüntüsüdür. Bu şekilde tüm noktaların görüntüleri belirlendikten sonra bu görüntüler birleştirilir. Böylece cismin görüntüsü elde edilir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28: *Çukur aynada görüntü oluşumu*

Çukur aynada cismin aynaya göre konumu görüntünün özelliklerini etkiler. Çukur aynada yansıyan ışınların görüntü oluşumundaki rolünü ve cismin konumunun görüntünün özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

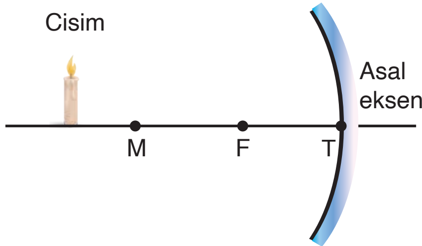


ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

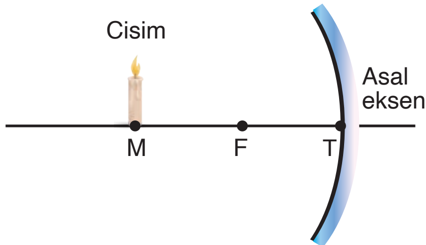
Etkinlik İsmi	**Çukur Aynada Görüntüler**	1 Ders Saati Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	**Çukur aynada oluşan görüntülerin özelliklerini açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Çukur aynanın merkezinin dışında bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.

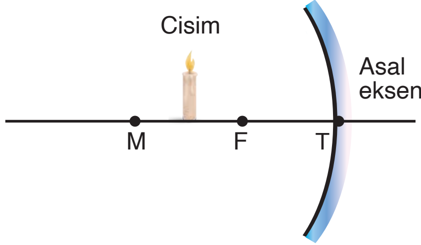


2. Çukur aynanın merkezinde bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.



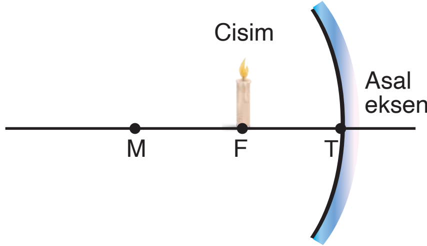


3. Çukur aynanın merkezi ile odağı arasında bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.



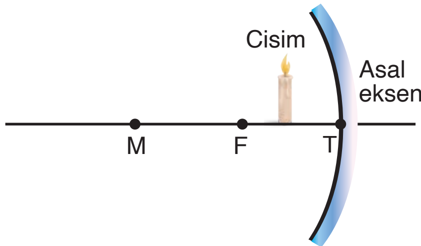


4. Çukur aynanın odağında bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.





5. Çukur aynanın odağı ile tepe noktası arasında bulunan bir cismin görüntüsünü şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.





6. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız.
Açılan sayfada "Ayna" bölümünü tıklayınız.



7. Cisim için ok, ayna için çukur ayna seçiniz. Cetvel yardımıyla aynanın merkezini belirleyiniz.

8. Cismi; aynanın merkezinin dışına, merkezine, merkez ile odak arasına, odağına ve odak ile tepe noktası arasına getirerek görüntününün yerini ve özelliklerini belirleyiniz. Çizimlerinizi simülasyondan elde ettiğiniz verilerle karşılaştırınız ve hatalarınız varsa düzeltiniz.

Değerlendirme

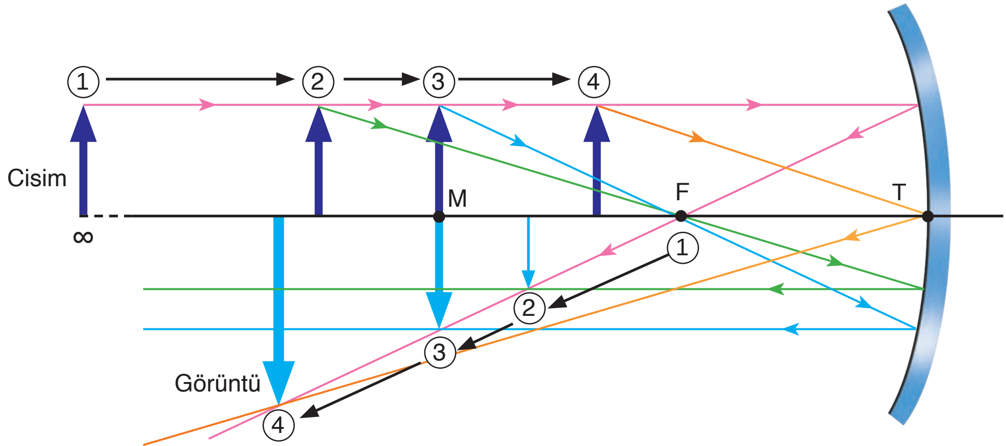
1. Cisim sonsuzda olsaydı görüntü hangi özelliklere sahip olurdu?



2. Cisim sonsuzdan aynaya doğru yaklaştıkça görüntünün özellikleri nasıl değişir?

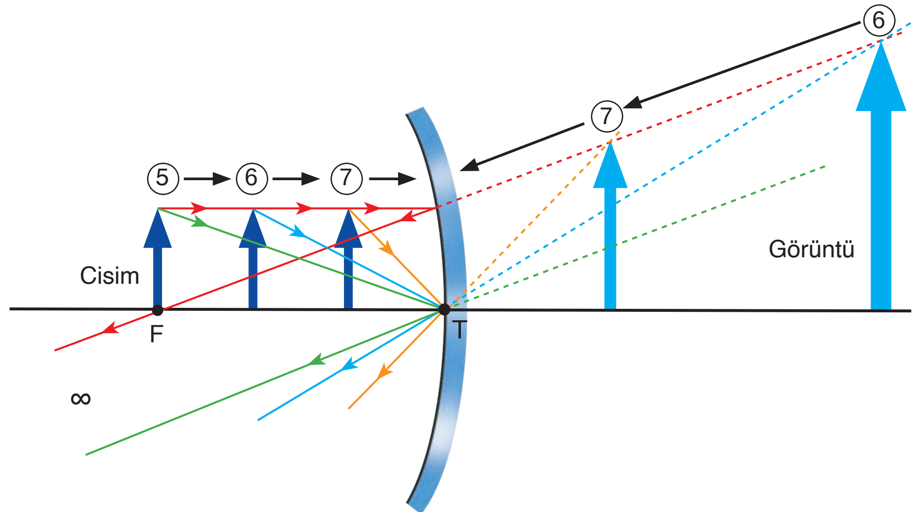


Çukur aynaya göre çok uzakta bulunan cismin görüntüsü cisimle aynı tarafta, odakta, gerçek ve noktasaldır (1 No.lu görüntü). Cisim odağa doğru yaklaştıkça ters görüntü de büyüyerek odaktan ve aynadan uzaklaşır (Şekil 4.29).



***Şekil 4.29**: Sonsuzdan odağa yaklaşan cismin çukur aynadaki görüntüleri*

Cisim odağa geldiğinde yansıyan ışınlar birbirine paralel olur. Teorik olarak bu noktadaki cismin görüntüsü sonsuzda oluşur. Sonsuzda oluşan görüntü gözlemci tarafından görülemez. Cisim odaktan aynaya doğru yaklaştıkça aynanın arkasında oluşan düz, büyük ve sanal görüntü küçülerek aynaya yaklaşır (Şekil 4.30).



***Şekil 4.30**: Odaktan aynaya yaklaşan cismin çukur aynadaki görüntüleri*

Merkezin dışında bulunan bir cisim aynaya yaklaştıkça oluşan görüntülerinin özellikleri tabloda verilmiştir.

***Tablo 4.1:** Çukur Aynada Görüntü ve Özellikleri*

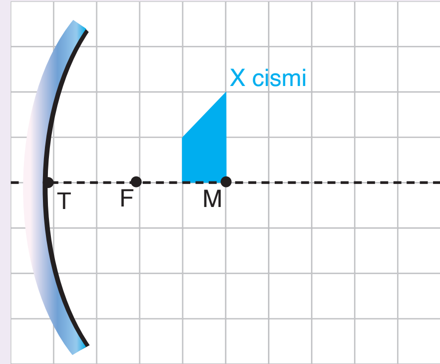
Cismin Konumu	Görüntünün Özellikleri			
	Konumu	**Cisme Göre Büyüklüğü**	**Düz veya Ters Oluşu**	**Sanal veya Gerçek Oluşu**
Merkezin dışında (2 No.lu cisim)	Odak ile merkez arasında	Daha küçük	Ters	Gerçek
Merkezde (3 No.lu cisim)	Merkezde	Aynı büyüklükte	Ters	Gerçek
Merkez ile odak arasında (4 No.lu cisim)	Merkezin dışında	Daha büyük	Ters	Gerçek
Odakta (5 No.lu cisim)	Sonsuzda	-	-	-
Odak ile tepe noktası arasında (6 ve 7 No.lu cisim)	Aynanın arkasında	Daha büyük	Düz	Sanal



ÖRNEK

Odak noktası F olan bir çukur aynanın önüne asal eksene dik olacak şekilde X cismi yerleştiriliyor.

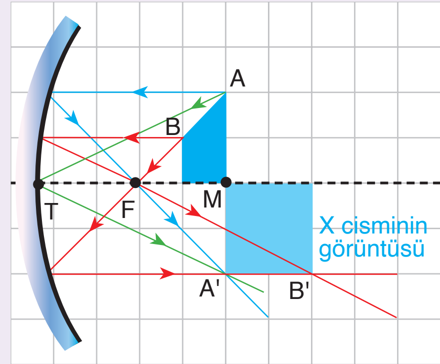
Buna göre X cisminin aynadaki görüntüsünü çizerek bulunuz.





ÇÖZÜM

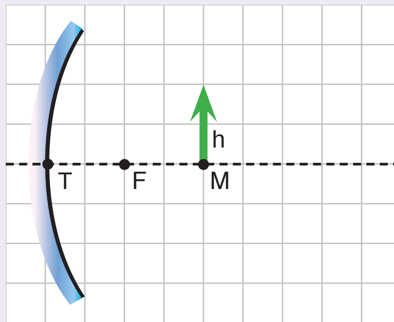
X cisminin görüntüsü çizilirken cismin A ve B köşe noktalarından aynaya en az iki özel ışın gönderilir ve bu noktaların görüntüleri bulunur. Bu noktalar birleştirilerek cismin görüntüsü elde edilir.



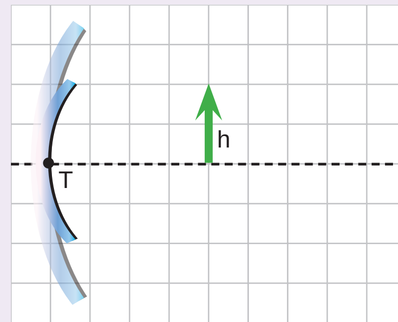


12. SIRA SİZDE

Eğrilik yarıçapı R olan Şekil I'deki çukur aynanın merkezine boyu h olan cisim yerleştirilerek görüntüsü oluşturuluyor.



Şekil I



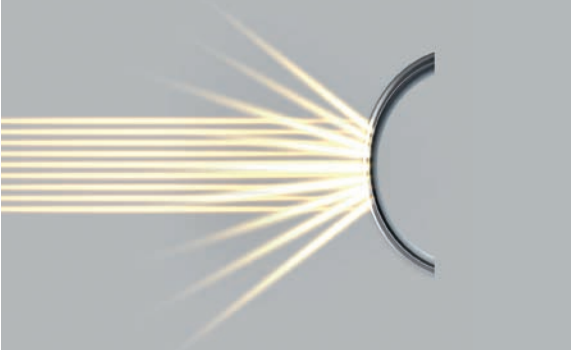
Şekil II

Buna göre cismin konumu değiştirilmeden çukur ayna Şekil II'deki gibi eğrilik yarıçapı R'den daha küçük bir çukur ayna ile değiştirilirse cismin görüntüsünün özellikleri nasıl değişir?

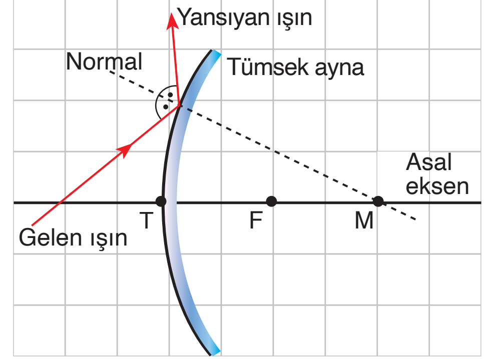


4.5.2. Tümsek Aynalar

Tümsek aynalar, asal eksenine paralel gelen ışınları, uzantıları odak noktasından geçecek şekilde dağıtan aynalardır (Görsel 4.7). Düzlem ve çukur aynalarda olduğu gibi tümsek aynaya gelen ışınlar da Yansıma Kanunları'na uygun olarak yansır (Şekil 4.31).

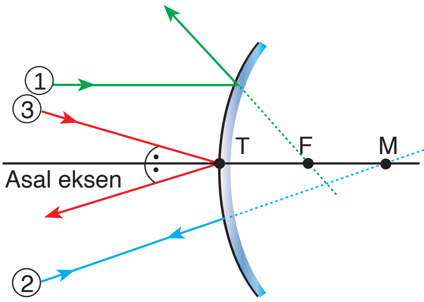


***Görsel 4.7:** Tümsek aynada ışığın dağılması*



***Şekil 4.31**: Tümsek aynada ışığın yansıması*

Tümsek aynalarda da çukur aynalarda olduğu gibi görüntü çizimlerinin rahat yapılabilmesi için özel ışınlara ihtiyaç duyulur. Tümsek aynalarda aynanın asal eksenine paralel gönderilen ışınlar, uzantısı merkezden geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar ve tepe noktasına gönderilen ışınlar özel ışınlardan bazılarıdır.



***Şekil 4.32**: Tümsek aynada özel ışınlar*

Buna göre

- Aynanın asal eksenine paralel gönderilen ışınlar, uzantıları odak noktasından geçecek şekilde yansır (1). Işığın tersinirlik özelliği gereği, uzantısı odak noktasından geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar da asal eksene paralel olacak şekilde yansır.
- Uzantısı aynanın merkezinden geçecek şekilde aynaya gönderilen ışınlar kendi üzerinden geri dönecek şekilde yansır (2).
- Aynanın tepe noktasına gönderilen ışınlar (3) asal eksenle aynı açıyı yapacak şekilde yansır (Şekil 4.32).



ÖRNEK

Asal eksenleri çakışık çukur ayna ve tümsek ayna verilmiştir. Aynaların odak uzaklıkları $f_Ç$ ve f_T olup tümsek aynaya gönderilen I ışını, her iki aynadan yansıdıktan sonra kendi üzerinden geri dönüyor.

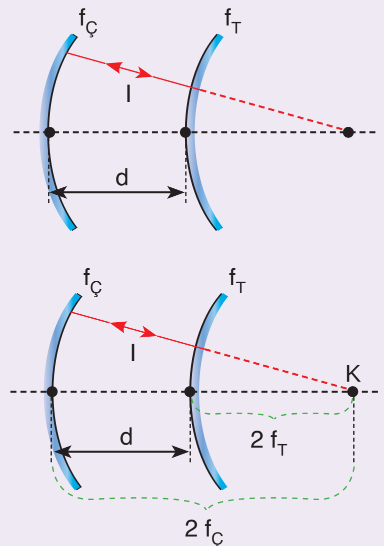
Buna göre aynalar arasındaki d uzaklığı $f_Ç$ ve f_T cinsinden nedir?



ÇÖZÜM

Tümsek aynaya gönderilen ışın kendi üzerinden geri yansıdığına göre K noktası tümsek aynanın merkezidir. Tümsek aynadan yansıyarak çukur aynaya gelen ışınlar kendi üzerinden yansıdığına göre K noktası çukur ayna için de merkezdir.

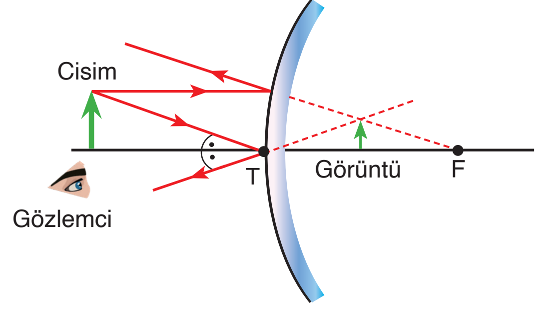
Buna göre $d = 2f_Ç - 2f_T = 2 \cdot (f_Ç - f_T)$ olur.



Tümsek Aynada Görüntü Oluşumu

Tümsek aynalarda görüntü çizimi yapılırken çukur aynada olduğu gibi özel ışınlardan yararlanılır. Cismin görüntüsü aynadan yansıyan ışınların uzantıları kesiştirilerek elde edilir (Şekil 4.33).

Tümsek aynada cismin aynaya göre konumu görüntünün özelliklerini etkiler. Tümsek aynada yansıyan ışınların görüntü oluşumundaki rolünü ve cismin konumunun görüntünün özelliklerini nasıl etkilediğini belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



***Şekil 4.33**: Tümsek aynada görüntü oluşumu*

ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Tümsek Aynada Görüntüler**	1 Ders Saati / Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	**Tümsek aynada oluşan görüntülerin özelliklerini açıklayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen yer alan değerlendirme sorusunu cevaplayınız.

1. Tümsek aynadan 3f uzaklıkta bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Cisim
T F M
Asal eksen
3f

2. Tümsek aynadan f uzaklıkta bulunan bir cismin görüntüsünü özel ışınlar yardımıyla şeklin üstüne çiziniz. Çiziminize göre görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.

Cisim
T F M
Asal eksen
f

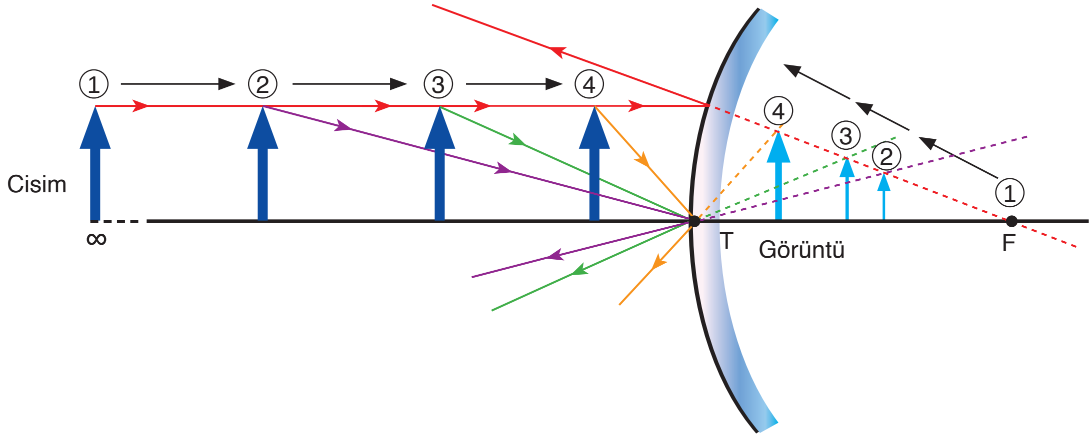
3. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Açılan sayfada "Ayna" bölümünü tıklayınız.

4. Cisim için ok, ayna için tümsek ayna seçiniz. Cetvel yardımıyla aynanın önüne sırasıyla 3f, 2f ve f uzaklığına cismi yerleştiriniz. Oluşan görüntülerin yerini ve özelliklerini belirleyiniz. Çizimlerinizi simülasyondan elde ettiğiniz verilerle karşılaştırınız. Hatalarınız varsa düzeltiniz.

Değerlendirme

Cisim sonsuzdan aynaya doğru yaklaştıkça görüntünün özellikleri nasıl değişir?

Tümsek aynada aynaya göre çok uzakta bulunan bir cismin görüntüsü aynanın arkasında, odakta, sanal ve noktasaldır. Cisim aynaya doğru yaklaştıkça görüntüsü de büyüyerek aynaya yaklaşır (Şekil 4.34).



***Şekil 4.34**: Tümsek aynada görüntüler*

Tümsek aynada cismin konumu sadece görüntünün konumunu ve büyüklüğünü etkiler. Cismin konumuna göre oluşan görüntülerin diğer özellikleri ortaktır. Görüntülerin ortak özellikleri ise aşağıdaki gibidir.

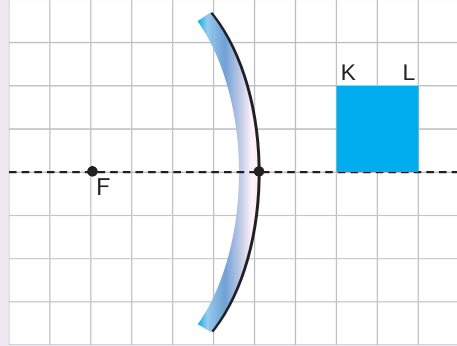
- Tepe ile odak arasındadır.
- Cisme göre düz ve sanaldır.
- Cisme göre daha küçüktür.



ÖRNEK

Odak noktası F olan bir tümsek aynanın önüne KL cismi yerleştiriliyor.

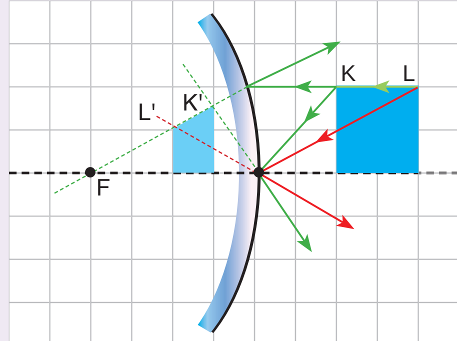
Buna göre KL cisminin tümsek aynadaki görüntüsünü çiziniz.





ÇÖZÜM

Cismin K ve L noktalarından tümsek aynaya en az iki ışın gönderilir ve bu noktaların görüntüleri bulunur. Noktalar birleştirilerek cismin görüntüsü oluşturulur.



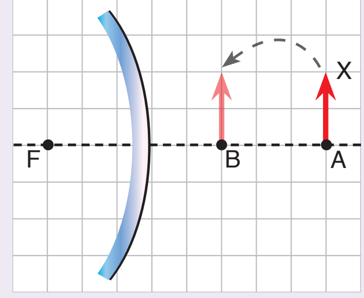


13. SIRA SİZDE

Odak noktası F olan bir tümsek aynanın önündeki A noktasına X cismi yerleştiriliyor.

Cisim A noktasından B noktasına taşınırsa tümsek aynadaki görüntüsü nasıl değişir?





Küresel Aynaların Kullanım Alanları

Çukur aynalar odağına yerleştirilen kaynağın ışığını paralel olarak yansıtır. Böylece ışık dağılmadan uzak mesafelere iletilir. Aynı zamanda uzak mesafelerden gelen ışığı odakta toplayabilir. Bu özellikleri nedeniyle çukur aynalar araba farlarında (Görsel 4.8), el fenerlerinde, teleskoplarda, güneş fırınlarında (Görsel 4.9) kullanılır.



Görsel 4.8: *Araç farı*



Görsel 4.9: *Güneş fırını*

Çukur aynada cismin düz ve büyük görüntüsü oluşabildiğinden diş hekimlerinin kullandığı aynalar ve makyaj aynaları çukur aynadır.

Tümsek aynalar, düzlem ve çukur aynalara göre daha geniş bir görüş alanı sunar. Bu özellikleri nedeniyle bazı araçların dikiz aynalarında, kontrolsüz kavşaklarda (Görsel 4.10), mağazalarda, araç altı kontrol noktalarında (Görsel 4.11) kullanılır. Günlük hayatta kaşıkların, çelik tencerelerin, çaydanlıkların dış yüzeyleri tümsek aynalara, iç yüzeyleri de çukur aynalara örnektir.



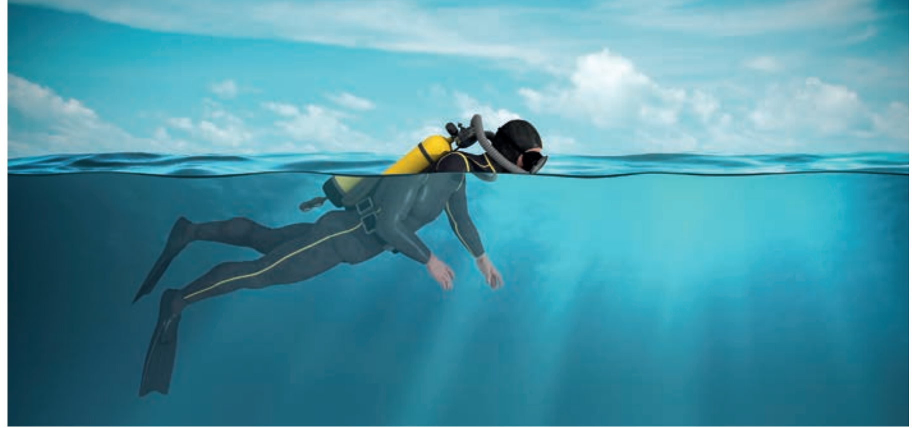
Görsel 4.10: *Sokaklarda kullanılan tümsek ayna*



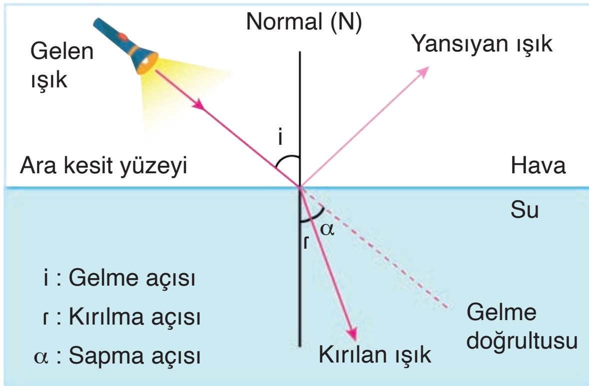
Görsel 4.11: *Araç altı kontrol noktasında kullanılan tümsek ayna*

4.6. KIRILMA

Işık; hava, su, cam gibi farklı saydam ortamlarda ilerleyebilir. Bazen de ortamlar arasında geçiş yapar. Işık ortam değiştirirken su dalgalarındaki gibi kırılmaya uğrayabilir. Örneğin içecek dolu bardağa daldırılan pipetin ya da havuzda bulunan nesnelerin karşıdan bakıldığında kesikmiş gibi görünmesinde ışığın kırılması etkilidir (Görsel 4.12). Benzer şekilde denizin ya da havuzun derinliğinin gerçeğinden daha az algılanması, gökkuşağının ve serap olayının meydana gelmesi yine ışığın kırılmasının bir sonucudur.



Görsel 4.12: *Işığın kırılması*



Şekil 4.35: *Işığın kırılması*

Saydam ortamda ilerleyen ışık, farklı bir saydam ortamın ara kesit yüzeyine ulaştığında ışığın bir kısmı yüzeyden yansır, bir kısmı ise ilerleme doğrultusunu değiştirerek diğer ortama geçer. Işığın geldiği ortamdan ilerleme doğrultusunu değiştirerek diğer ortama geçmesine **kırılma** adı verilir. Kırılma olayında gelen ışık ile normal arasındaki açı gelme açısı, kırılan ışık ile normal arasındaki açı kırılma açısı, ışığın gelme doğrultusuyla kırılma doğrultusu arasındaki açı da sapma açısıdır (Şekil 4.35).

Kırılmanın temel nedeni ışığın farklı ortamlarda farklı büyüklükteki ortalama hızlarla hareket etmesidir. Bazı ortamlar ışığı çok yavaşlatıp çok kırarken bazıları daha az yavaşlatır ve daha az kırar. Ortamın ışığı kırma miktarı **mutlak kırılma indisi** adı verilen fiziksel bir nicelikle ölçülür. Bir ortamın mutlak kırılma indisi ışığın boşluktaki hızının o ortamdaki ortalama hızına oranıdır. Mutlak kırılma indisi **n** harfiyle gösterilir ve matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{c}}{\mathbf{v}}$$

n : Mutlak kırılma indisi

c : Işığın boşluktaki hızı (m/s)

v : Işığın ortamdaki ortalama hızı (m/s)

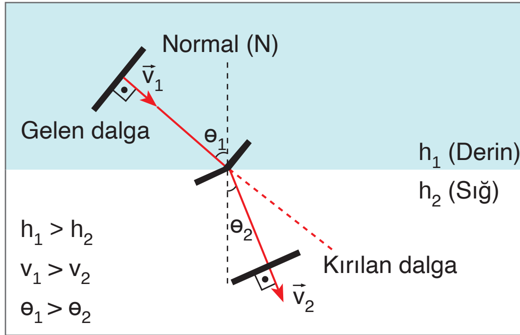
Mutlak kırılma indisi boyutsuz bir büyüklüktür. Işık boşlukta ışık hızı ile ilerlediğinden boşluğun kırılma indisinin değeri 1'dir. Boşluk dışındaki tüm saydam ortamların kırılma indisi 1'den büyüktür. Tablo 4.2'de 589 nm (nanometre) dalga boylu sarı ışığın bazı saydam ortamlar için ortalama hızı ve bu ışığa göre ortamların mutlak kırılma indisleri verilmiştir.

Tablo 4.2: *Bazı Ortamların Mutlak Kırılma İndisleri*

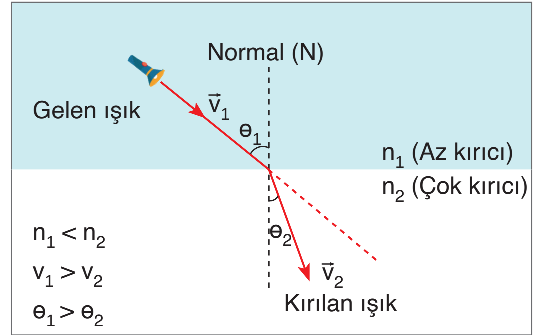
Saydam Ortam	Işığın Ortamdaki Ortalama Hızı (m/s)	Mutlak Kırılma İndisi	Sıcaklık (°C)
Elmas	124 395 210	2,41	20
Cam	197 231 880	1,52	20
Benzen	199 861 638	1,5	20
Su	225 407 863	1,33	20
Hava	299 702 547	1,0003	0

Not: *Işığın boşluktaki hızı c = 299 792 458 m/s*

Kırılma ile ışığın ortalama hızı arasındaki ilişkiyi kavrayabilmek için su dalgalarında kırılma olayını hatırlamak gerekir. Derinden sığa geçen doğrusal su dalgalarının sığa geçen kısımları yavaşlar ve dalgaların ilerleme doğrultuları normale yaklaşır. Böylece dalga kırılmış olur (Şekil 4.36.a). Işık da bir dalga olduğundan az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama geçtiğinde ortalama hızı azalır ve normale yaklaşacak şekilde kırılır (Şekil 4.36.b).

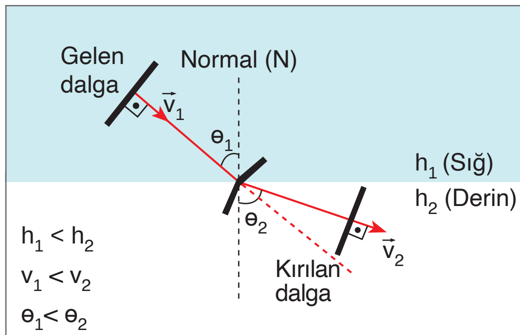


Şekil 4.36.a: *Derinden sığa geçen su dalgalarının kırılması*

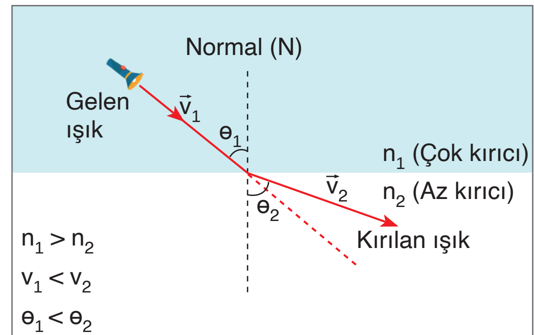


Şekil 4.36.b: *Az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama geçen ışığın kırılması*

Sığdan derine geçen doğrusal su dalgalarında ise dalgaların derine geçen kısımları hızlanır ve dalgalar normalden uzaklaşacak şekilde kırılır (Şekil 4.37.a). Işığın da çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçtiğinde ortalama hızı artar ve ışık normalden uzaklaşacak şekilde kırılır (Şekil 4.37.b).

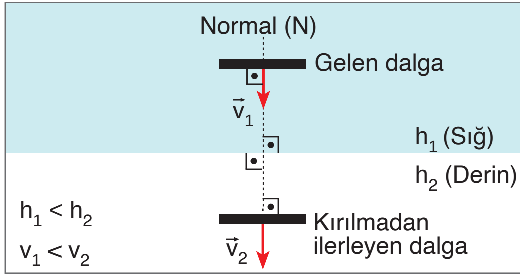


Şekil 4.37. a: *Sığdan derine geçen su dalgalarının kırılması*

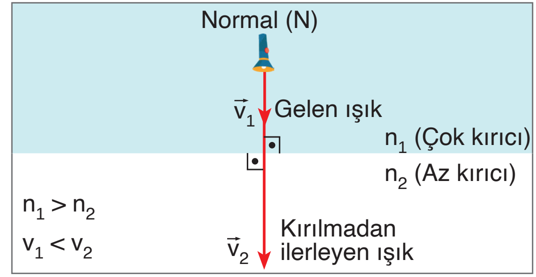


Şekil 4.37. b: *Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçen ışığın kırılması*

Ara kesit yüzeyine dik gelen ışık su dalgalarında olduğu gibi kırılmadan yoluna devam eder (Şekil 4.38). Kırılma olayında ışığın ortalama hızı, dalga boyu ve doğrultusu değişirken frekansı sabit kalır.



Şekil 4.38.a: *Sığdan derine geçen su dalgaları*



Şekil 4.38.b: *Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçen ışık*

Ortam değiştiren ışığın gelme doğrultusundaki sapma miktarı ve sapma yönü ışığın gelme açısı ile ortamların kırılma indisine bağlıdır. Sapma miktarı, sapma yönü, gelme açısı ve ortamların kırılma indisleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Ortam Değiştiren Işığın Sapması**
Etkinliğin Amacı	**Ortam değiştiren ışığın sapma miktarının bağlı olduğu değişkenleri belirleyebilme.**

1 Ders Saati · Bireysel Çalışma

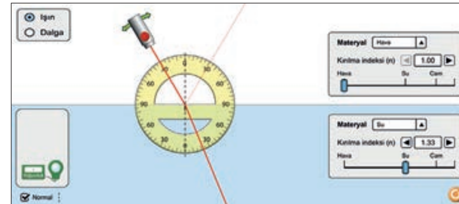
Nelere İhtiyacın Olacak?
- Bilgisayar
- Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Açılan sayfada "Giriş" bölümünü tıklayınız.



2. Açılan sayfada "Işın" butonunu işaretleyiniz. Işığın geldiği ortamın hava (n_1), geçeceği ortamın su (n_2) olmasına dikkat ediniz. n_2/n_1 oranını hesaplayarak tablonun ilgili kısmına yazınız.



3. Işık kaynağının kırmızı renkli butonuna tıklayarak kaynaktan ışık çıkmasını sağlayınız. Açıölçeri ışığın düştüğü yere taşıyınız. Işığı sırasıyla 30°, 45° ve 60° gelme açısıyla (i) ara kesit düzlemine göndererek kırılma açısını (r) ölçünüz. Sapma açısı (α) ile sini/sinr değerini hesaplayınız. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri Tablo 1'in ilgili kısmına yazınız.

Tablo 1

n_2/n_1 = ...

Gelme açısı (i)	Kırılma açısı (r)	Sapma açısı (α)	sini/sinr
30°			
45°			
60°			

4. Işığın geldiği ortamı hava (n_1), geçeceği ortamı önce su sonra cam (n_2) seçerek 45° gelme açısıyla (i) ara kesit düzlemine gönderiniz. Kırılma açısını (r) ölçünüz. Sapma açısını (α), n_2/n_1 oranını ve sini/sinr oranını hesaplayınız. Ölçtüğünüz ve hesapladığınız değerleri Tablo 2'nin ilgili kısmına yazınız.

Tablo 2

Işığın gelme açısı (i): 45°
Işığın geldiği ortamın kırılma indisi (n_1): 1

Işığın geldiği ortam	Kırılma açısı (r)	Sapma açısı (α)	n_2/n_1	sini/sinr
Su				
Cam				



Değerlendirme

1. Işığın gelme açısı ile sapma açısı arasında nasıl bir ilişki vardır?



2. Ortamların kırılma indisleriyle sapma açısı arasında nasıl bir ilişki vardır?

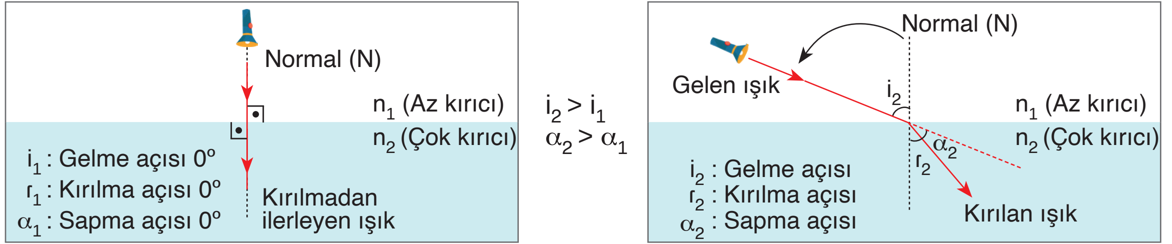


3. Ortamların kırılma indisleriyle açıların sinüsleri arasındaki ilişkinin matematiksel modelini oluşturunuz.



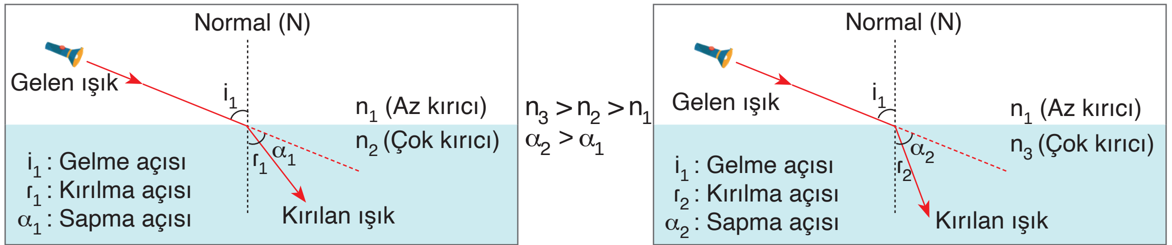
Etkinlikte görüldüğü gibi kırılmayı etkileyen faktörler aşağıdaki gibidir.

- Işığın gelme açısı (i) arttıkça sapma açısı da (α) artar. Başka bir ifadeyle gelme açısı arttıkça ışık daha fazla kırılır (Şekil 4.39).



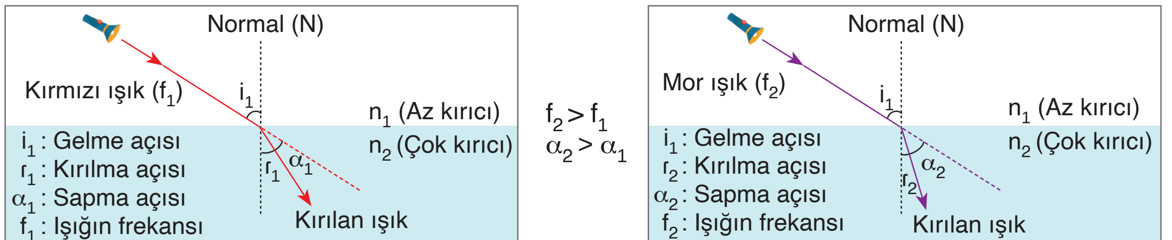
Şekil 4.39: *Gelme açısıyla sapma açısı arasındaki ilişki*

- Kırılma indisleri (n) arasındaki fark arttıkça sapma açısı (α) artar. Başka bir ifadeyle ortamların kırılma indisleri arasındaki fark artarsa ışık daha çok kırılır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40: *Ortamların kırılma indisleriyle ışığın sapma açısı arasındaki ilişki*

- Işığın frekansı arttıkça sapma açısı artar. Başka bir ifadeyle frekansı büyük olan ışık, frekansı küçük olan ışığa göre daha fazla kırılır (Şekil 4.41).



Şekil 4.41: *Işığın frekansıyla sapma açısı arasındaki ilişki*

Kırılma olayında ortamların kırılma indislerinin oranı daima ışığın gelme ve kırılma açılarının sinüslerinin oranına eşittir. İlk kez Hollandalı fizikçi Willebrord Snell (Vilibort Sinel) tarafından deneysel olarak keşfedilen bu eşitlik **Snell Yasası** olarak bilinir. Snell Yasası'nın matematiksel modeli aşağıdaki gibidir.



MATEMATİKSEL MODEL

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

n_1 : Işığın geldiği ortamın kırılma indisi

n_2 : Işığın geçtiği ortamın kırılma indisi

i : Gelme açısı

r : Kırılma açısı



BİLGİ KUTUSU

Gün doğumu ve gün batımında Güneş'in gerçek konumu aslında ufkun altındadır. Bunun nedeni güneş ışınlarının atmosferden geçerken kırılmaya uğramasıdır. Kırılmadan kaynaklanan süre farkı yaklaşık 2 dakikadır. Aynı süre gün doğumunda da geçerlidir. Bu nedenle şayet atmosfer olmasaydı gündüz süresi şu anki süreden 4 dakika daha kısa olurdu.

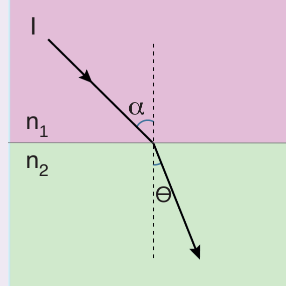


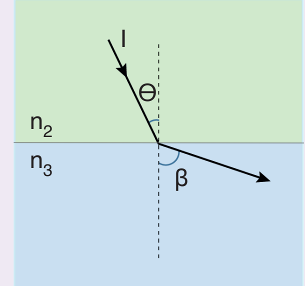


ÖRNEK

Kırıcılık indisleri n_1, n_2 ve n_3 olan saydam ortamlarda tek renkli I ışının izlediği yol verilmiştir. Gelen ve kırılan ışınların yüzeylerin normalleriyle yaptıkları açılar arasında $\beta > \alpha > \theta$ ilişkisi vardır.

Buna göre ortamların kırıcılık indisleri n_1, n_2 ve n_3 arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?







ÇÖZÜM

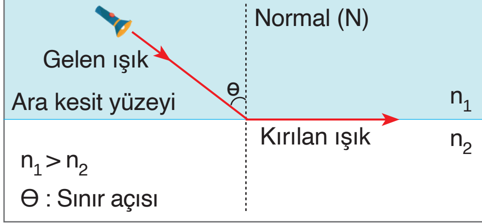
I ışını, n_1 ortamından n_2 ortamına geçerken yüzeyin normaline yaklaşmıştır. Bu durumda $n_1 < n_2$ olur.

Aynı I ışını n_2 ortamından n_3 ortamına geçerken ise yüzeyin normalinden uzaklaşmıştır. Bu durumda $n_2 > n_3$ olur.

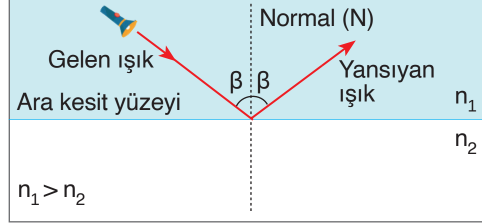
I ışınının her iki şekilde de n_2 ortamında yüzeyin normaliyle yaptığı açı Θ'dır. Ancak ışının n_2 ortamından n_3 ortamına geçişte kırılma açısı β, n_1 ortamındaki gelme açısı olan α'dan büyüktür. Bu durumda hem Snell Yasası'na hem de ışının ortamlar arasındaki geçişte tersinir olma durumuna göre $n_1 > n_3$ olur. Sonuç olarak ortamların kırıcılık indisleri arasında $n_2 > n_1 > n_3$ ilişkisi bulunur.

Sınır Açısı ve Tam Yansıma

Işık, bazı gelme açısı değerlerinde çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama geçemeyebilir ve ortamları ayıran ara kesit yüzeyinde ilerler. Bu olayda ışığın gelme açısı değerine **sınır açısı** adı verilir (Şekil 4.42). Bazen de çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama gönderilen ışığın tamamı ara kesit yüzeyinde ayna varmış gibi yansır. Bu olaya da **tam yansıma** adı verilir (Şekil 4.43).



Şekil 4.42: *Sınır açısı*



Şekil 4.43: *Tam yansıma*

Sınır açısı ve tam yansımanın oluşumunda ışığın kırılması etkilidir. Bu etkiyi incelemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



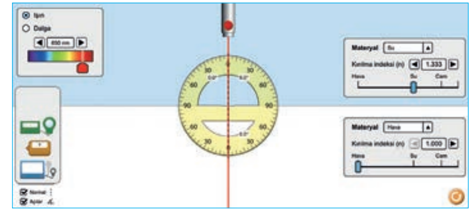
ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Sınır Açısı ve Tam Yansıma Olaylarının Işığın Kırılmasıyla İlişkisi**	1 Ders Saati — Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	**Sınır açısı ve tam yansımanın ışığın kırılmasıyla ilişkisini yorumlayabilme.**	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorusunu cevaplayınız.



1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Açılan sayfada "Dahası" bölümünü tıklayınız.
2. Açılan sayfada "Işın", "Normal" ve "Açılar" butonlarını işaretleyiniz. "Materyal" butonu yardımıyla ışığın geldiği taraftaki ortamı su, ışığın geçtiği ortamı hava seçiniz.
3. Kırmızı butona basınız ve çıkan ışığın gelme açısını 0° yapınız. Gelme açısını artırarak sudan havaya geçişte sınır açısı değerini ölçünüz ve Tablo 1'e yazınız. Aynı işlemleri ışığın geldiği tarafı cam seçerek tekrarlayınız.
4. Işığın geldiği ortamı cam, geçtiği ortamı hava seçiniz. Işığın dalga boyunu sırasıyla 650 nm, 500 nm ve 380 nm'ye ayarlayarak kırmızı, yeşil ve mor ışık için camdan havaya geçişte sınır açısı değerini ölçünüz ve Tablo 2'ye yazınız.



Tablo 1

Işığın Geldiği-Geçtiği Ortam	Sınır Açısı
Su-hava	
Cam-hava	

Tablo 2

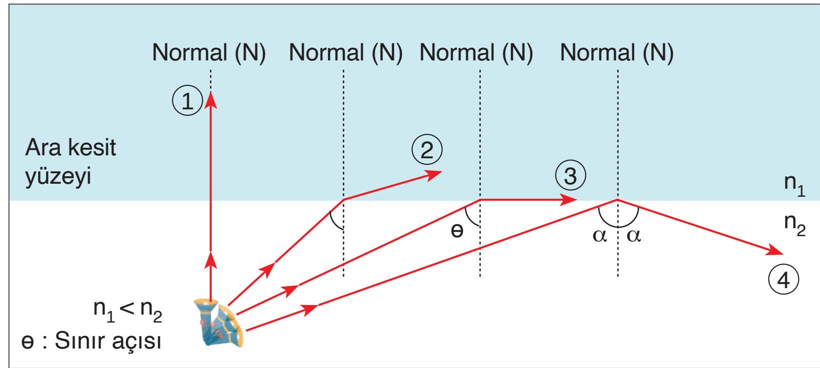
Işığın (Dalga Boyu)	Sınır Açısı
Kırmızı (650 nm)	
Yeşil (500 nm)	
Mor (380 nm)	

Değerlendirme

Sınır açısı ve tam yansıma olayında ortamların kırılma indislerinin ve ışığın dalga boyunun rolü nedir?



Çok kırıcı bir ortamdan az kırıcı bir ortama yüzey normali üzerinden gönderilen ışık kırılmadan yoluna devam eder (1 No.lu ışın). Işığın gelme açısı artırılırsa kırılma açısı da artar ve kırılan ışık ara kesit düzlemine yaklaşır (2 No.lu ışın). Işığın gelme açısı sınır açısı değerine ulaştığında ışık az kırıcı ortama geçemez ve ortamları ayıran ara kesit düzleminde ilerler (3 No.lu ışın). Sınır açısından büyük açılarla gönderilen ışınlar ise tam yansıma yapar (4 No.lu ışın) (Şekil 4.44).



Şekil 4.44: *Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama farklı açılarla gönderilen ışığın izlediği yol*

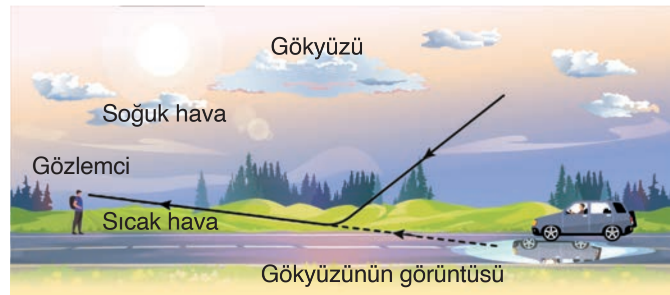
Etkinlikte de görüldüğü gibi sınır açısının değeri ortamların kırılma indislerine ve ışığın frekansına bağlıdır. Buna göre

- Ortamların kırılma indisleri arasındaki fark arttıkça sınır açısının değeri azalır. Örneğin sudan havaya geçişte sınır açısı değeri 48° iken camdan havaya geçişte sınır açısı değeri 42°dir.
- Işığın dalga boyu azaldıkça veya frekansı arttıkça sınır açısı değeri azalır. Yani sınır açısı ışığın dalga boyuyla doğru orantılı frekansıyla ters orantılıdır.

Doğada ışığın tam yansıması sonucunda serap olayı oluşur. Serap olayı, atmosferdeki bir nesnenin gerçek konumuna göre yer değiştirmiş gibi görünmesidir. Serap olayının en sık gözlenen şekli, hava sıcaklığının yüksek olduğu saatlerde kara yollarının üstünde veya çöllerde gerçekte olmayan su birikintisi görmektir (Görsel 4.13). Bu olayda bulutlardan ve gökyüzünden saçılan ışık, zeminin hemen üstünde bulunan sıcak ve kırılma indisi küçük olan hava tabakasından tam yansıma yaparak gözlemciye ulaşır. Böylece gözlemci gökyüzünün ve bulutların görüntüsünü zeminde görür. Uzaktan baktığında bu görüntüyü su birikintisi gibi algılar (Şekil 4.45).

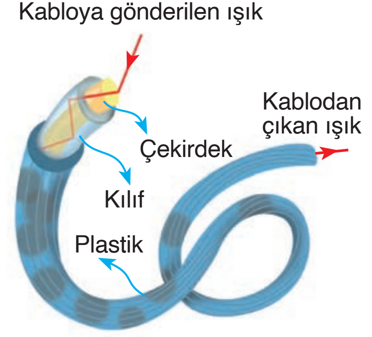


Görsel 4.13: *Serap olayı*



Şekil 4.45: *Serap olayının oluşumu*

Günümüzde bilginin hızlı ve güvenli transferinde fiber optik kablolar kullanılır. Fiber optik kabloların merkezinde çok ince bir cam kablo (yaklaşık saç teli kalınlığında) vardır. Bu kısma çekirdek adı verilir. Çekirdek, kırılma indisi camdan daha küçük ve yine camdan yapılan bir kılıfla sarılmıştır. Fiber optik kablolarla iletilecek bilgi öncelikle ışık sinyaline dönüştürülür. Bu sinyaller sınır açısından büyük bir açıyla çekirdeğe gönderilir. Çekirdekte ilerleyen ışık sinyalleri çekirdek ile kılıfı ayıran ara kesit yüzeyine ulaştığında tam yansıma yapar ve cam kablonun içinde kalır. Böylece ışık sinyallerine dönüştürülen bilgi, tam yansımalar sonucunda fiber optik kablonun diğer ucuna kadar taşınmış olur (Şekil 4.46).



Şekil 4.46: *Fiber optik kablo*



ARAŞTIRINIZ

Fiber optik kabloların diğer kablolara göre avantaj ve dezavantajlarını araştırınız. Bulduğunuz sonuçları sunum hâline getirerek ders öğretmeninize dijital ortamda teslim ediniz.

Öğretmene Not: *Seçeceğiniz bir sunumun sınıfta yapılmasını sağlayınız.*

Havuz ışıklandırılmasında tam yansımadan yararlanılır. Bu amaçla havuzun yan duvarlarına su yüzeyiyle belli bir açı yapacak şekilde lambalar yerleştirilir. Lambaların açısı ışığın sudan havaya geçişteki sınır açısından daha büyük değerdedir. Böylece lambalardan çıkan ışınlar, su ile havayı ayıran ara kesit yüzeyinden tam yansıma yapar. Işık sudan dışarı çıkamadığı için suyu ve havuzu aydınlatmış olur (Görsel 4.14).



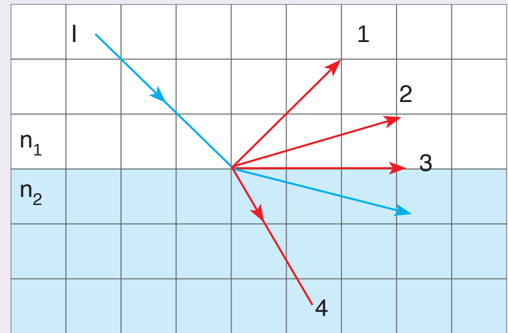
Görsel 4.14: *Havuz aydınlatması*



ÖRNEK

Kırıcılık indisi n_1 olan saydam bir ortamdan kırıcılık indisi n_2 olan saydam ortama gönderilen tek renkli I ışının izlediği yol şekilde gösterilmiştir.

Buna göre ışığın gönderildiği saydam ortamın kırıcılık indisi (n_1) artırıldığında kırılan ışın 1, 2, 3 ve 4. yollardan hangisini izleyebilir?





ÇÖZÜM

n_1 saydam ortamından n_2 saydam ortamına gelen ışın, yüzeyin normalinden uzaklaşacak şekilde kırıldığına göre $n_1 > n_2$ dir.

n_1 artarsa iki ortam arasındaki kırıcılık indisi farkı artar. Bu durumda I ışını daha fazla kırılarak ara kesit yüzeyinden gidebilir (3 No.lu ışın) veya tam yansıma yapabilir (1 No.lu ışın).

Görünür Uzaklık


Görsel 4.15: Görünür uzaklık

Gözlemci, farklı kırılma indisine sahip ortamdaki bir cismi gerçek konumundan daha uzakta veya yakında görebilir. Havuzun içinde duran kişinin bacaklarının olduğundan daha kısa görünmesi bu duruma bir örnektir (Görsel 4.15). Ortamları ayıran ara kesit yüzeyinden itibaren gözlemci tarafından cismin görüldüğü uzaklığa **görünür uzaklık** adı verilir. Bu olayın temel nedeni, cisimden yansıyan ışınların ortamları ayıran ara kesit düzleminden kırılarak gözlemciye ulaşmasıdır. Görünür uzaklığın ışığın kırılmasıyla ilişkisini belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (DENEY)

Etkinlik İsmi	Görünür Uzaklığın Işığın Kırılmasıyla İlişkisi
Etkinliğin Amacı	Görünür uzaklığı ışığın kırılmasıyla açıklayabilme.

1 Ders Saati | Grup Çalışması

Nelere İhtiyacın Olacak?
- 2 adet kahve fincanı
- 3 adet madenî para (1 TL)
- Sıvı yağ ve su

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.



1. Her bir fincana madenî para koyunuz. Fincanları, içine koyduğunuz madenî paraları oturduğunuz yerden göremeyeceğiniz konuma kadar kendinizden uzaklaştırınız. İki fincanın da yatayda aynı hizada olmasına dikkat ediniz.
2. Son madenî parayı da fincandaki madenîparalarla aynı hizada olacak şekilde masanın üzerine koyunuz.
3. Arkadaşınızdan fincanlardan birine su diğerine de sıvı yağ eklemesini isteyiniz. Arkadaşınız bu işlemi yaparken siz konumunuzu ve bakış açınızı değiştirmeden fincanlardaki paralara bakmaya devam ediniz. Her iki fincan aynı miktarda su ve yağla dolduğunda fincanlardaki paraların gördüğünüz konumlarını zemindeki paranın konumuyla karşılaştırınız.
4. Yaptığınız deneyi arkadaşınızla rolleri değişerek tekrarlayınız.

Değerlendirme

1. Fincanlardaki paranın fincana eklenen su ve yağ yardımıyla görülmesini ışığın kırılmasıyla nasıl açıklarsınız?

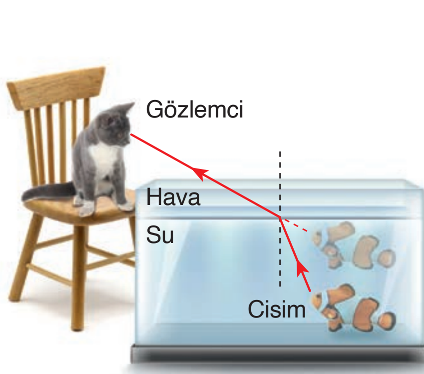


2. Görünür uzaklık ile ortamların kırılma indisleri arasındaki ilişki nedir?

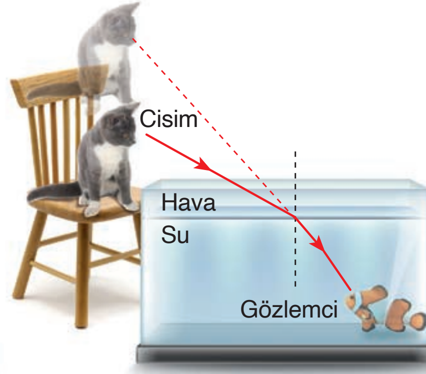


Çok kırıcı ortamdaki cisimden az kırıcı ortamda bulunan gözlemciye doğru gelen ışınlar normalden uzaklaşacak şekilde kırılır. Gözlemci, bu cismi gelen ışınların uzantılarının kesiştiği yerde göreceğinden gerçeğinden daha yakında görür (Şekil 4.47). Kırılma yüzünden havuz, nehir, göl gibi su birikintilerinin göründüğünden daha derin olacağı unutulmamalıdır.

Az kırıcı ortamdaki cisimden çok kırıcı ortamda bulunan gözlemciye gelen ışınlar normale yaklaşacak şekilde kırılır. Bu yüzden gözlemci cismi gerçeğinden daha uzakta görür (Şekil 4.48).



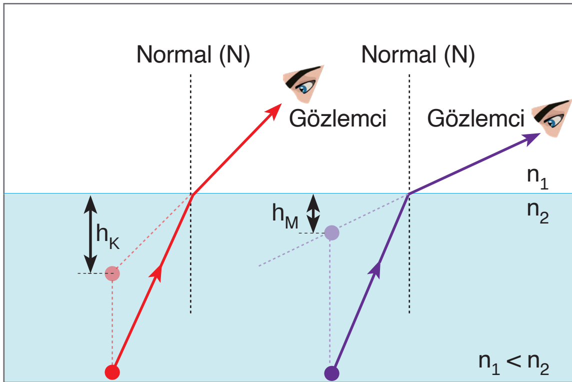
Şekil 4.47: *Az kırıcı ortamdaki gözlemci*



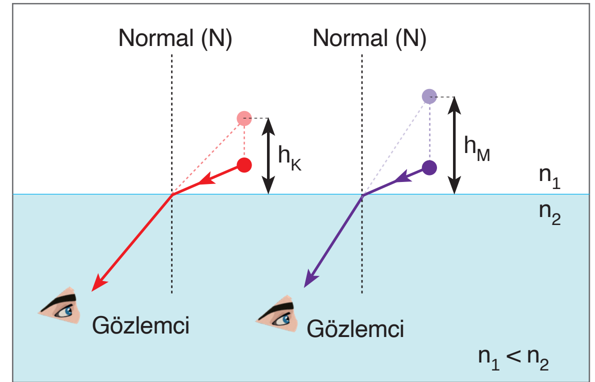
Şekil 4.48: *Çok kırıcı ortamdaki gözlemci*

Görünür uzaklık

- Cismin bulunduğu ortamın derinliğine bağlıdır. Derinlik arttıkça cismin görünür uzaklığı artar.
- Ortamların kırılma indisleri farkına bağlıdır. Kırılma indisleri farkı arttıkça kırılma artar. Böylece çok kırıcı ortamdaki cisimlerin görünür uzaklığı azalırken az kırıcı ortamdaki cisimlerin görünür uzaklığı artar.
- Cismin rengine bağlıdır. Kırmızı renk mor renge göre daha az kırılır. Bu nedenle çok kırıcı ortamdaki kırmızı renkli cismin mor renkli cisme göre görünür uzaklığı daha fazla, az kırıcı ortamdaki görünür uzaklığı daha azdır (Şekil 4.49).



h_K : Kırmızı renkli cismin görünür uzaklığı
h_M : Mor renkli cismin görünür uzaklığı



h_K : Kırmızı renkli cismin görünür uzaklığı
h_M : Mor renkli cismin görünür uzaklığı

Şekil 4.49: *Renkli cisimlerin görünür uzaklığı*



ÖRNEK

Saydam Y ortamında bulunan K cismine, saydam X ve Z ortamlarından bakan gözlemcilerin her ikisi de cismi K' konumunda görüyor.

Buna göre ortamların kırıcılık indisleri n_X, n_Y ve n_Z arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?





ÇÖZÜM

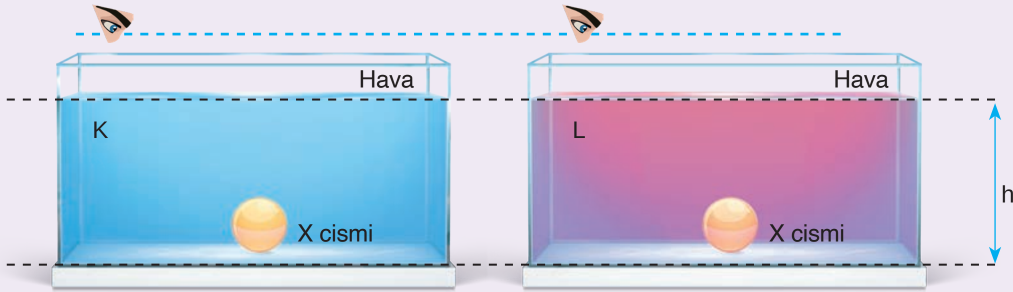
X ortamından bakan gözlemci K cismini gerçek konumundan kendisine daha yakında gördüğüne göre $n_X < n_Y$ olur. Z ortamından bakan gözlemci ise K cismini gerçek konumundan kendisinden daha uzakta gördüğüne göre $n_Y < n_Z$ olur.

Buna göre ortamların kırıcılık indisleri arasında $n_X < n_Y < n_Z$ ilişkisi vardır.



14. SIRA SİZDE

Özdeş iki kaba h yüksekliğinde ve kırıcılık indisleri arasındaki ilişki $n_K > n_L > n_{hava}$ olan K ve L sıvıları dolduruluyor. Her iki sıvıya X katı cismi bırakıldığında cisim dibe batıyor. Hava ortamında bulunan bir gözlemci sıvı yüzeylerine eşit yükseklikten X cismine baktığında cismi bu sıvılarda h_K ve h_L derinliklerinde görüyor.



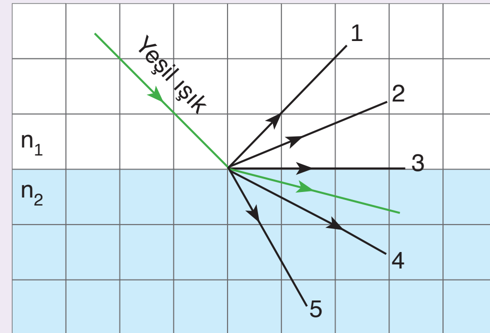
Buna göre h, h_K ve h_L arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?



15. SIRA SİZDE

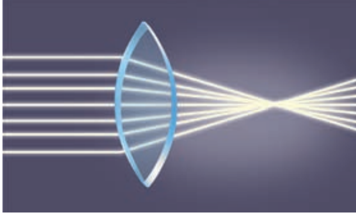
Kırıcılık indisi n_1 olan saydam ortamdan kırıcılık indisi n_2 olan ortama gönderilen yeşil ışığın izlediği yol verilmiştir.

Buna göre başka hiçbir değişiklik yapmadan yeşil ışık yerine ayrı ayrı kırmızı, mavi ve mor ışık gönderilirse bu ışınların izleyeceği yollar verilenlerden hangileri olabilir?

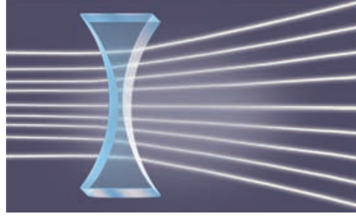


4.7. MERCEKLER

Mercekler ışığı istenilen şekilde kırabilmek için tasarlanmış saydam cisimlerdir. İnce ve kalın kenarlı mercekler olmak üzere iki gruba ayrılır. İnce kenarlı mercekler üzerine düşen paralel ışınları bir noktada toplarken kalın kenarlı mercekler ise üzerine düşen paralel ışınları noktasal bir kaynaktan geliyormuş gibi dağıtır (Şekil 4.50 ve Şekil 4.51).

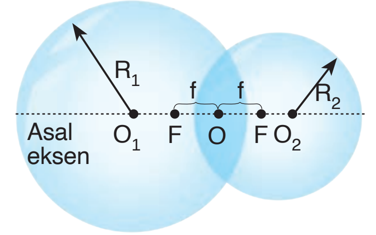


Şekil 4.50: *İnce kenarlı mercek*

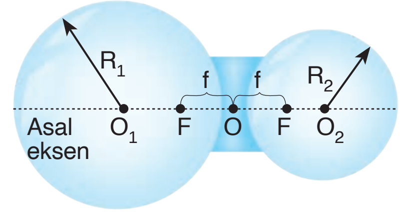


Şekil 4.51: *Kalın kenarlı mercek*

Mercekler en az biri küresel yüzeye sahip olan iki saydam parçanın birleşiminden oluşur. İnce kenarlı merceklerde saydam parçaların dış yüzeyleri birbirini keserken kalın kenarlı merceklerde saydam parçaların dış yüzeyleri birbirini kesmez. Merceklerde küresel parçaların yarıçaplarına eğrilik yarıçapları (R_1 ve R_2), küresel parçaların merkezlerini (O_1 ve O_2) birleştiren doğrultuya asal eksen denir. Asal eksenin küresel parçaların birleşim doğrultusunu kestiği noktaya optik merkez (O), asal eksene paralel gelerek mercekte kırılan ışınların kendilerinin veya uzantılarının kesiştiği noktaya odak noktası (F) denir. Odak noktasının optik merkeze uzaklığına da odak uzaklığı (f) denir (Şekil 4.52 ve Şekil 4.53).

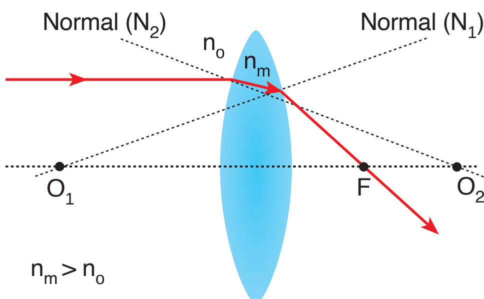


Şekil 4.52: *İnce kenarlı mercek*

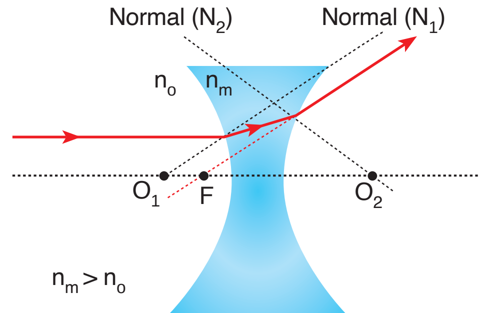


Şekil 4.53: *Kalın kenarlı mercek*

İnce kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışınları odakta toplayabilmesi için merceğin kırılma indisinin (n_m) ortamın kırılma indisinden (n_o) daha büyük olması gerekir. Böylece asal eksene paralel gelen ışınlar iki farklı yüzeyde kırılmaya uğrayarak asal eksene yaklaşır ve odaktan geçer (Şekil 4.54). Işığı asal eksene yaklaştıracak şekilde kırmasından dolayı ince kenarlı merceklere **yakınsak mercek** de denir. Benzer şekilde kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışınları odaktan geliyormuş gibi dağıtabilmesi için merceğin kırılma indisinin (n_m) ortamın kırılma indisinden (n_o) daha büyük olması gerekir. Böylece asal eksene paralel gelen ışınlar iki farklı yüzeyde kırılmaya uğrayıp odaktan geliyormuş gibi kırılarak asal eksenden uzaklaşır (Şekil 4.55). Işığı asal eksenden uzaklaştıracak şekilde kırmasından dolayı kalın kenarlı merceklere **ıraksak mercek** de denir.



Şekil 4.54: *İnce kenarlı mercekte ışığın kırılması*



Şekil 4.55: *Kalın kenarlı mercekte ışığın kırılması*

Merceklerde odak uzaklığı kırılma miktarına bağlıdır. Bu nedenle kırılmayı etkileyen tüm nicelikler merceğin odak uzaklığını da etkiler. Merceğin odak uzaklığının ortamların kırılma indisine, merceğin eğrilik yarıçapına ve ışığın frekansına bağlı değişimi aşağıda verilmiştir.

- Mercek ile merceğin bulunduğu ortamın kırılma indisleri farkına bağlıdır. Mercek ile merceğin bulunduğu ortamın kırılma indisleri arasındaki fark arttıkça ışığın kırılması da artacağından odak uzaklığı azalır.
- Eğrilik yarıçaplarına bağlıdır. Merceğin eğrilik yarıçapı arttıkça odak uzaklığı da artar.
- Işığın frekansına bağlıdır. Yüksek frekanslı ışık, düşük frekanslı ışığa göre daha fazla kırılacağından ışığın frekansı arttıkça merceğin odak uzaklığı azalır.



Görsel 4.16: *İnce kenarlı merceğin güneş ışığını toplaması*

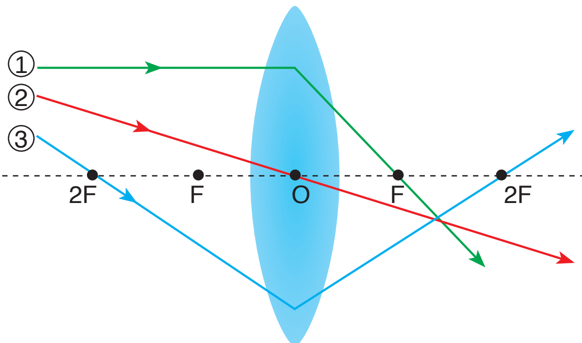
Doğaya bilinçsizce atılan cam şişe ve bardaklar, içinde su bulunan pet şişeler ve naylon poşetler ince kenarlı mercek gibi ışığı bir noktada toplayabilir (Görsel 4.16). Bu durum kuru ot ve yaprakları tutuşturarak orman yangınlarına ve birçok canlının ölümüne sebep olabilir. Mercek etkisi nedeniyle çıkabilecek orman yangınlarını önlemek için naylon poşet, cam ve pet şişeler doğaya atılmamalı, piknik sonrası çevre temizliği yapılarak her türlü atık malzeme, cinsine uygun bir şekilde ayrılmalı ve geri dönüşüm toplama kutularına atılmalıdır.

Merceklerde Görüntü Oluşumu

Merceklerde oluşan görüntünün özellikleri merceğin çeşidine, özelliklerine ve cismin konumuna bağlı olarak değişir. Küresel aynalarda olduğu gibi merceklerde de görüntünün rahat çizilebilmesi için özel ışınlara ihtiyaç duyulur.

4.7.1. İnce Kenarlı Mercekler

İnce kenarlı merceklerde özel ışınlar aşağıda sıralanmıştır.



Şekil 4.56: *İnce kenarlı merceklerde özel ışınlar*

- Asal eksene paralel gelen ışınlar odak noktasından geçecek şekilde kırılır (1). Tersinirlik ilkesi gereği merceğin odağından gönderilen ışınlar da asal eksene paralel gidecek şekilde mercekte kırılır.
- Merceğin optik merkezine gönderilen ışınlar kırılmadan yoluna devam eder (2).
- 2F noktasından gönderilen ışınlar merceğin diğer tarafındaki 2F noktasından geçecek şekilde kırılır (3). Bu ışınlar Şekil 4.56'da gösterilmiştir.

İnce kenarlı merceklerde görüntü sanal veya gerçek, düz veya ters, cisimden daha büyük, cisimle aynı boyutta veya cisimden daha küçük olabilir. İnce kenarlı mercekte kırılan ışınların görüntü oluşumundaki rolünü ve cismin konumunun görüntünün özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek için bir sonraki sayfada bulunan etkinliği yapınız.



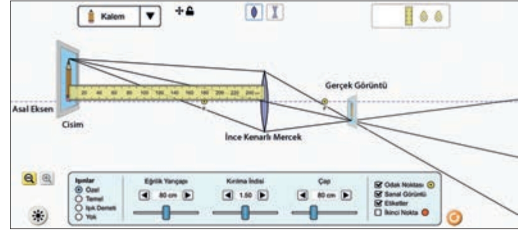
ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	İnce Kenarlı Mercekte Görüntülerin Özellikleri	 1 Ders Saati  Bireysel Çalışma
Etkinliğin Amacı	İnce kenarlı merceklerde oluşan görüntülerin özelliklerini açıklayabilme.	**Nelere İhtiyacın Olacak?** • Bilgisayar • Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.



1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Açılan sayfada "Mercek" bölümünü seçiniz.



2. Yatay cetveli sürükleyerek optik merkezin başlangıcına yerleştiriniz. Odak uzaklığından yararlanarak merceğin önündeki ve arkasındaki 2F noktalarını belirleyiniz.
3. Cismin asal eksen üzerinde olmasını sağlayınız. Cismi olabildiğince sola çektikten sonra 2F konumuna doğru hareket ettiriniz. Cismin hareketi boyunca görüntüdeki değişimi not alınız.



4. Cismi 2F konumuna getiriniz. Oluşan görüntünün özelliklerini aşağıdaki boşluğa yazınız.



5. Cismi F konumuna doğru hareket ettiriniz. Cismin hareketi boyunca görüntüdeki değişimi gözlemleyiniz. Gözlemlerinizle ilgili notlar alınız.



6. Cismi F konumuna getiriniz. Gözlemlerinizle ilgili notlar alınız.



7. Cismi optik merkeze doğru hareket ettiriniz. Cismin hareketi boyunca görüntüdeki değişimi gözlemleyiniz. Gözlemlerinizle ilgili notlar alınız.

Değerlendirme

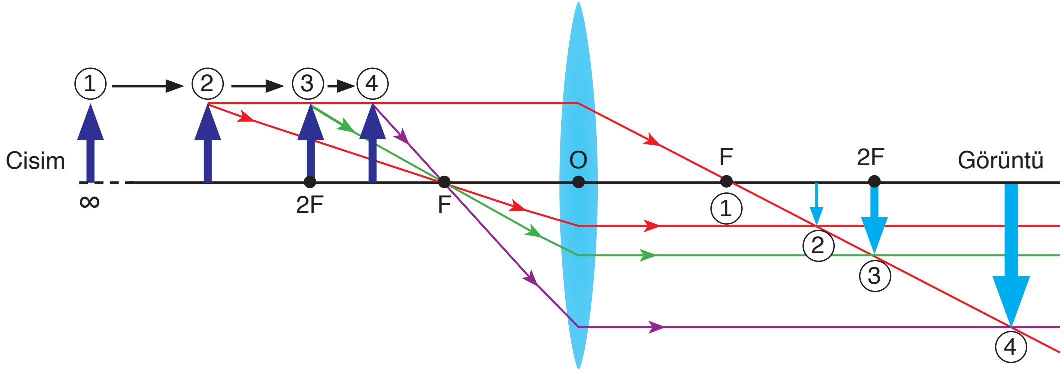
1. Cisim sonsuzda olsaydı görüntü hangi özelliklere sahip olurdu?



2. Cisim sonsuzdan optik merkeze doğru yaklaştıkça görüntünün özellikleri nasıl değişir?

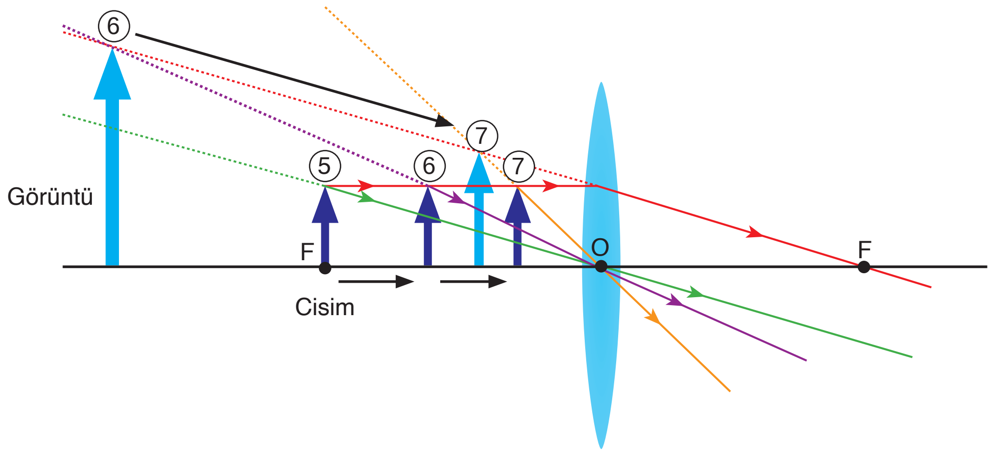


Merceğe göre çok uzakta bulunan bir cismin görüntüsü merceğin diğer tarafında, odakta, gerçek ve noktasaldır. Cisim odağa doğru yaklaştıkça ters ve gerçek görüntü de büyüyerek odaktan ve mercekten uzaklaşır (Şekil 4.57).



Şekil 4.57: *İnce kenarlı mercekte görüntüler*

Cisim odağa geldiğinde cisimden gelip mercekte kırılan ışınlar birbirlerine paralel olur. Bu durumda teorik olarak görüntü sonsuzda oluşur. Sonsuzda oluşan görüntü gözlemci tarafından görülemez. Odak ile mercek arasında bulunan cisim optik merkeze doğru yaklaştıkça görüntü de küçülerek merceğe doğru yaklaşır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58: *İnce kenarlı mercekte görüntüler*

Merkezin dışında bulunan bir cisim merceğe yaklaştıkça oluşan görüntülerinin özellikleri tabloda verilmiştir.

Tablo 4.3: *İnce Kenarlı Mercekte Görüntü ve Özellikleri*

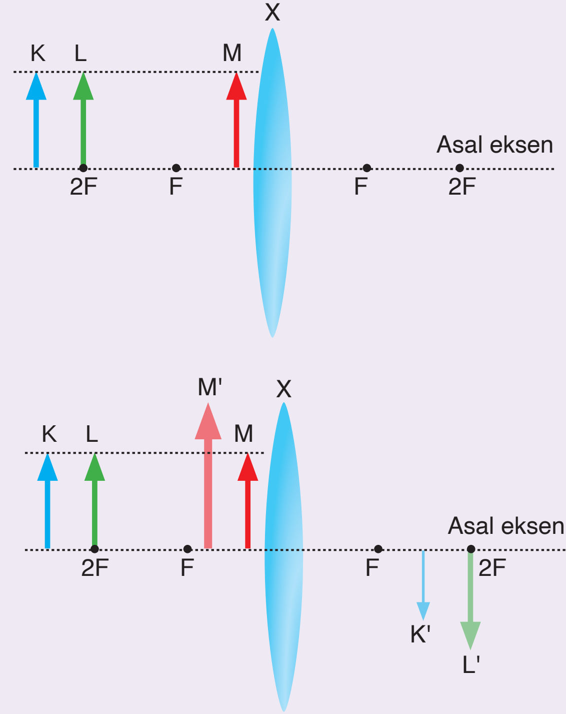
Cismin Konumu	**Görüntünün Özellikleri**			
	Konumu	**Cisme Göre Büyüklüğü**	**Düz veya Ters Oluşu**	**Sanal veya Gerçek Oluşu**
2F'nin dışında (2 No.lu cisim)	Odak ile 2F arasında	Daha küçük	Ters	Gerçek
2F konumunda (3 No.lu cisim)	2F	Aynı büyüklükte	Ters	Gerçek
2F ile odak arasında (4 No.lu cisim)	2F'nin dışında	Daha büyük	Ters	Gerçek
Odakta (5 No.lu cisim)	Sonsuzda	-	-	-
Odak ile optik merkez arasında (6 ve 7 No.lu cisimler)	Cisimle aynı tarafta	Daha büyük	Düz	Sanal



ÖRNEK

Odak noktası F olan ince kenarlı X merceğinin önüne asal eksenine dik olacak şekilde eşit boydaki K, L ve M cisimleri yerleştiriliyor.

Buna göre K, L ve M cisimlerinin mercekte oluşan görüntülerinin boyları h_K, h_L ve h_M arasındaki ilişki nedir?





ÇÖZÜM

2F'nin dışındaki K cisminin görüntüsünün boyu cismin boyundan küçüktür.

2F noktasındaki L cisminin görüntüsünün boyu cismin boyuna eşittir.

F ile mercek arasındaki M cisminin görüntüsünün boyu cismin boyundan büyüktür.

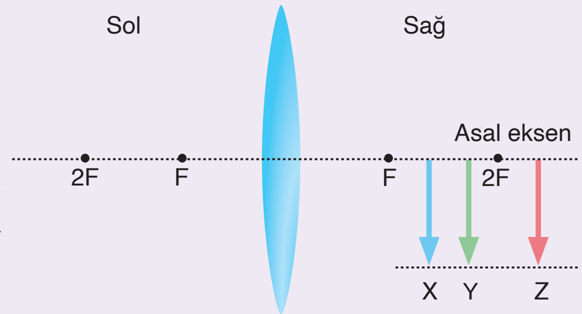
Buna göre cisimlerin görüntülerinin boyları arasında $h_K < h_L < h_M$ ilişkisi vardır.



16. SIRA SİZDE

Odak noktası F olan ince kenarlı merceğin sol tarafına yerleştirilen üç farklı cismin X, Y ve Z görüntüleri merceğin sağında ve cisimlere göre ters oluşuyor.

Cisimlerin görüntülerinin boyları birbirine eşit olduğuna göre cisimlerin boyları h_X, h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

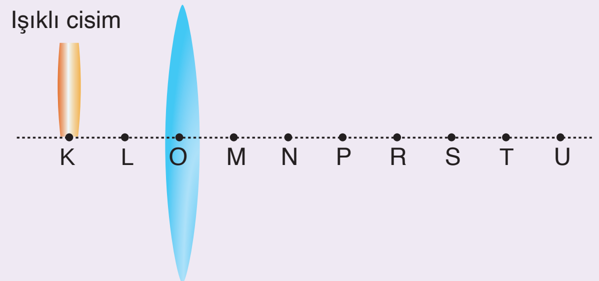


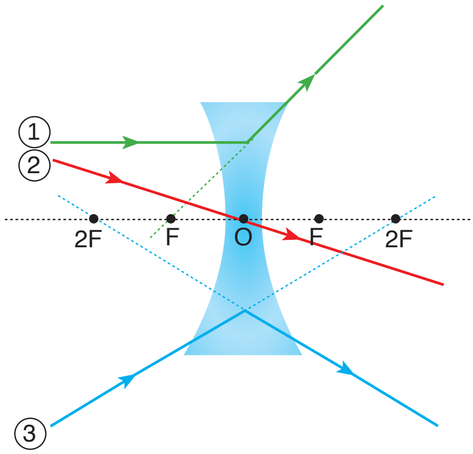


17. SIRA SİZDE

Bir öğrenci ışıklı bir cismin görüntüsünü cisimle aynı boyda ve cisme göre düz bir şekilde perde üzerine düşürmek istiyor. Bu amaçla odak uzaklıkları f olan iki adet özdeş ince kenarlı mercek ve perde kullanıyor.

Cismi K, merceklerden birini O noktasına yerleştirdiğine göre diğer merceği ve perdeyi hangi noktalara yerleştirmelidir?
(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)





Şekil 4.59: Kalın kenarlı merceklerde özel ışınlar

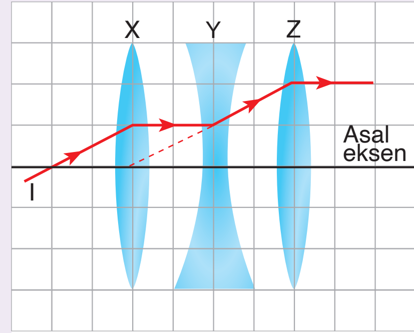
4.7.2. Kalın Kenarlı Mercekler

Kalın kenarlı merceklerde özel ışınlar aşağıda sıralanmıştır.

- Asal eksene paralel gelen ışınlar uzantıları odaktan geçecek şekilde kırılır (1). Tersinirlik ilkesi gereği uzantıları merceğin odağından geçecek şekilde gönderilen ışınlar da asal eksene paralel gidecek şekilde kırılır.
- Merceğin optik merkezine gönderilen ışınlar kırılmadan yoluna devam eder (2).
- Uzantısı merceğin 2F noktasından geçecek şekilde gönderilen ışınlar yine uzantısı merceğin diğer tarafındaki 2F noktasından geçecek şekilde kırılır (3). Bu ışınlar Şekil 4.59'da gösterilmiştir.

ÖRNEK

Hava ortamında bulunan camdan yapılmış X, Y ve Z merceklerinin odak uzaklıkları sırasıyla f_x, f_Y ve f_z dir. X merceğine gönderilen tek renkli I ışınının izlediği yol verilmiştir.



Buna göre merceklerin f_x, f_Y ve f_z odak uzaklıkları arasındaki ilişki nedir?

(Eşit karelere bölünmüş düzlemde her bir karenin uzunluğu bir birimdir.)

ÇÖZÜM

I ışını X ince kenarlı merceğinde kırıldıktan sonra asal eksene paralel hâle geldiğine göre merceğin odak noktasından geçerek gelmiştir. Bu durumda $f_X = 2$ birimdir.

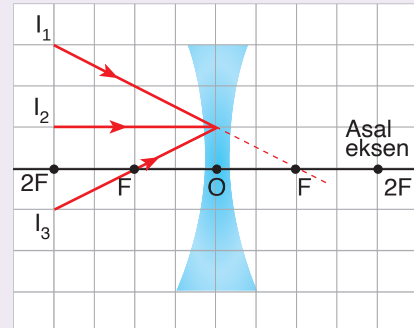
Kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel gelen ışın, uzantısı odaktan geçecek şekilde kırılır. Bu durumda Y kalın kenarlı merceğinin odak uzaklığı $f_Y = 2$ birimdir.

İnce kenarlı merceklerde, mercekte kırılan ışın asal aksene paralel hale gelmişse gelen ışın odak noktasından geçmiştir. Buna göre $f_z = 4$ birimdir.

Bu durumda $f_Z > f_Y = f_X$ olur.

18. SIRA SİZDE

Hava ortamında bulunan camdan yapılmış kalın kenarlı merceğe tek renkli I_1, I_2 ve I_3 ışınları gönderiliyor.



Işınların mercekte kırıldıktan sonra izlediği yolu şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

(Merceğin odak noktası F'dir.)

Kalın kenarlı merceklerde aynı noktadan çıkan ışınlar mercekte kırıldıktan sonra birbirini kesmez. Bu nedenle görüntüyü kırılan ışınların uzantıları oluşturur. Kalın kenarlı mercekte kırılan ışınların uzantılarının görüntü oluşumundaki rolünü ve cismin konumunun görüntünün özelliklerini nasıl etkilediğini belirlemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.



ETKİNLİK (SİMÜLASYON)

Etkinlik İsmi	**Kalın Kenarlı Mercekte Görüntülerin Özellikleri**
Etkinliğin Amacı	**Kalın kenarlı merceklerde oluşan görüntülerin özelliklerini açıklayabilme.**

1 Ders Saati — Bireysel Çalışma

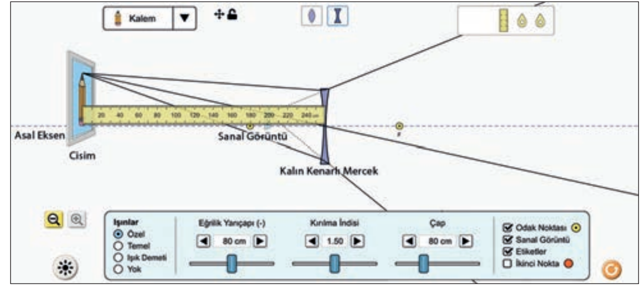
Nelere İhtiyacın Olacak?
- Bilgisayar
- Genel ağ

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Verilen karekodu okutarak simülasyonu açınız. Açılan sayfada "Mercek" bölümünü seçiniz.



2. Açılan sayfada "Kalın kenarlı mercek" butonuna tıklayarak merceğin kalın kenarlı mercek olmasını sağlayınız.



3. Cismin asal eksen üzerinde olmasını sağlayınız ve cismi olabildiğince sola çekiniz. Oluşan görüntünün özelliklerini not alınız.



4. Cismi merceğe doğru hareket ettiriniz. Cismin hareketi boyunca görüntüdeki değişimi gözlemleyiniz. Gözlemlerinizle ilgili notlar alınız.



Değerlendirme

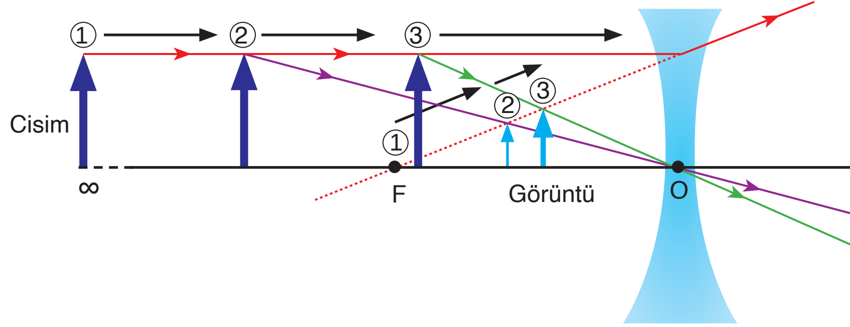
1. Cisim sonsuzda olsaydı görüntü hangi özelliklere sahip olurdu?



2. Cisim sonsuzdan merceğe doğru yaklaştıkça görüntünün özellikleri nasıl değişir?



Merceğe göre çok uzakta bulunan bir cismin görüntüsü cisimle aynı tarafta, odakta, sanal ve noktasaldır. Cisim merceğe doğru yaklaştıkça görüntüsü de büyüyerek merceğe yaklaşır (Şekil 4.60).



***Şekil 4.60**: Kalın kenarlı mercekte görüntüler*

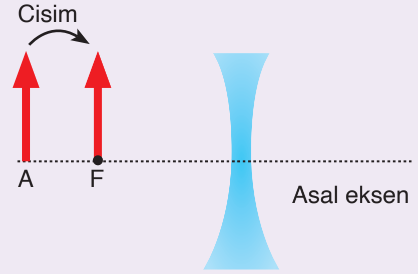
Kalın kenarlı mercekte oluşan tüm görüntüler,

- Mercek ile odak arasındadır.
- Cisme göre düz ve sanaldır.
- Cisimden daha küçüktür.



ÖRNEK

Odak noktası F olan kalın kenarlı merceğin F noktasının dışındaki A noktasına asal eksenine dik olacak şekilde bir cisim yerleştiriliyor.

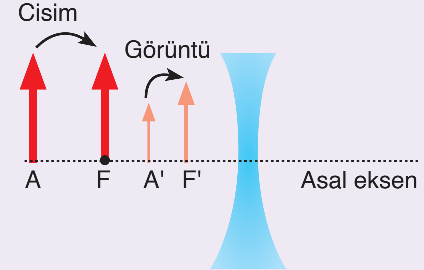


A noktasındaki cisim F noktasına getirilirse cismin görüntüsünün özellikleri nasıl değişir?



ÇÖZÜM

A noktasındaki cismin görüntüsü F ile mercek arasındaki A' noktasında düz, sanal ve boyu cismin boyundan küçüktür.

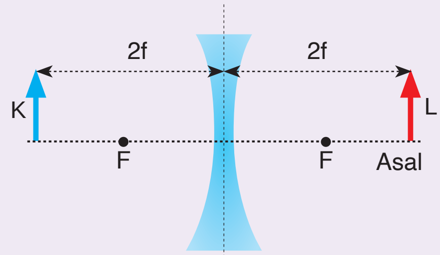


Cisim F odak noktasına getirildiğinde görüntüsü biraz büyüyerek merceğe yaklaşır ve F' konumunda oluşur. Oluşan bu son görüntü yine düz, sanal ve boyu cismin boyundan küçüktür.



19. SIRA SİZDE

Odak uzaklığı f olan kalın kenarlı bir merceğin her iki yanına asal eksene dik olacak şekilde aynı boyda K ve L cisimleri yerleştiriliyor.



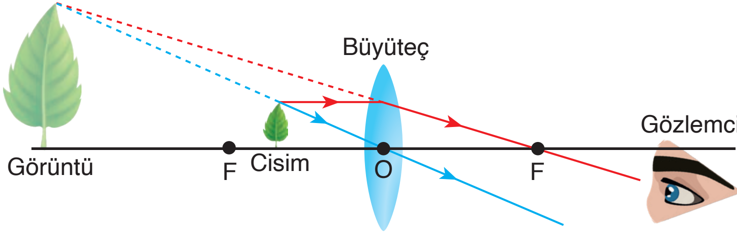
K ve L cisimlerinin merceğe olan uzaklıkları 2f olduğuna göre mercekte oluşan görüntülerinin özelliklerini karşılaştırınız.



Merceklerin Kullanım Alanları

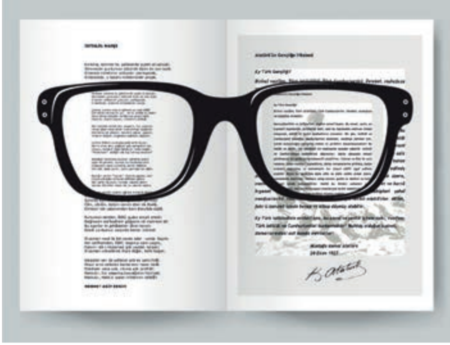
İnce ve kalın kenarlı merceklerin ışığı kırma özelliklerinden yararlanılarak birçok optik alet geliştirilmiştir. Büyüteç, gözlük ve teleskop bu aletlerden bazılarıdır.

Büyüteç, ince kenarlı merceğin kullanıldığı ve cisimlerin görüntülerini farklı oranda büyüten optik bir alettir. Büyük görünmesi istenilen cisme büyütecin arkasından bakılır. Büyüteç ileri veya geri hareket ettirilerek cismin merceğin odağı ile optik merkezi arasında konumlanması sağlanır. Böylece merceğin diğer tarafından bakan gözlemci cismin sanal, düz ve büyük görüntüsünü görür (Şekil 4.61).

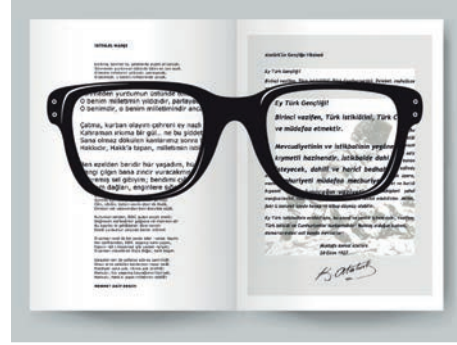


***Şekil 4.61:** Büyüteç*

İnce ve kalın kenarlı merceklerden yapılan gözlükler miyop ve hipermetrop göz kusurlarının giderilmesinde kullanılır. Gözünde miyop göz kusuru olan kişiler uzaktaki nesneleri net göremez. Görüntüyü netleştirmek için kalın kenarlı merceklerden oluşan gözlük kullanılır (Şekil 4.62). Gözünde hipermetrop göz kusuru olan kişiler ise yakındaki nesneleri net göremez. Görüntüyü netleştirmek için ince kenarlı merceklerden oluşan gözlük kullanılır (Şekil 4.63).



***Şekil 4.62:** Kalın kenarlı mercek kullanılan gözlük*



***Şekil 4.63:** İnce kenarlı mercek kullanılan gözlük*

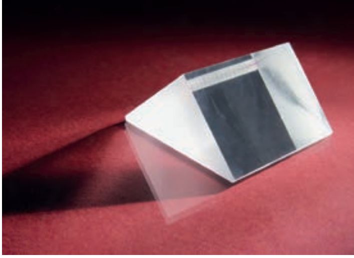
Teleskoplar çok uzaktaki gök cisimlerini gözlemek için kullanılan optik cihazlardır. Birçok farklı çeşidi olmasına rağmen en yaygın kullanılanı kırıcı teleskoplardır. Basit bir kırıcı teleskop iki ucuna farklı genişliklerde ince kenarlı merceklerin yerleştirildiği uzun bir tüpten oluşur. Gök cisminden gelen ışık, birincil mercek olarak adlandırılan ve diğerine göre daha geniş olan mercekten kırılarak ikinci merceğin üzerine düşer. Göz merceği olarak adlandırılan ikinci mercekten kırılan ışık gözlemciye ulaşarak gök cisminin görüntüsünü oluşturur (Şekil 4.64).



***Şekil 4.64:** Mercekli teleskop*

4.8. PRİZMALAR

Mekanik alanındaki çalışmalarıyla tanınan Newton, 1695 yılında karanlık bir odada pencereden sızan güneş ışığının önüne bir cam prizma yerleştirdi. Prizmaya gelen güneş ışığının prizmadan altı farklı renkte birbirinden ayrılmış ışık demeti hâlinde çıktığını fark etti. Newton, yaptığı bu deneyle beyaz ışık olarak görünen güneş ışığının tek bir ışıktan oluşmayıp altı renkli ışığın birleşiminden oluşan ışık demeti olduğunu ispatladı. Newton'ın yaptığı bu deneyde beyaz ışığın ışık prizmasından geçirilerek kendini oluşturan renkli ışıklara ayrılmasına **ışık spektrumu** (ışık tayfı) adı verilir.



Görsel 4.17: *Işık Prizması*

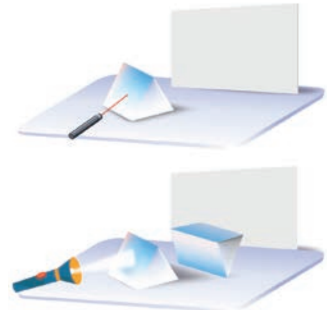
Birbiriyle kesişen iki düzlem yüzey arasında saydam bir ortam bulunan optik aletlere **ışık prizması** denir. Işık prizmalarının en az iki yüzeyi üçgen şeklindedir (Görsel 4.17). Işık prizmalarının ışığı kırmasını ve renklerine ayırmasını incelemek için aşağıdaki etkinliği yapınız.

 **ETKİNLİK (DENEY)** 

Etkinlik İsmi	**Işığın Prizmalarda Kırılması**	1 Ders Saati — Grup Çalışması **Nelere İhtiyacın Olacak?** • Tek renkli (kırmızı, yeşil veya mavi) LASER ışık kaynağı • Noktasal beyaz ışık kaynağı • 2 adet ışık prizması • Beyaz karton
Etkinliğin Amacı	**Işık prizmalarında tek renkli ışığın izleyeceği yolu çizebilme ve beyaz ışığın bileşenlerine ayrılmasını yorumlayabilme.**	

Aşağıdaki basamakları sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda verilen değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Karanlık bir ortamda tek renkli LASER ışık kaynağını ışık prizmasına doğru tutarak ışığın prizma içindeki ve prizmadan çıkıştaki doğrultusunu gözlemleyiniz. Işığın prizmaya geliş doğrultusunu değiştirerek prizmadan çıkış doğrultusunun nasıl değiştiğini gözlemleyiniz.



2. Aynı deney düzeneğinde LASER yerine beyaz ışık kaynağı kullanarak deneyi tekrarlayınız ve ışığın renklerine ayrılmasını gözlemleyiniz.

3. Beyaz ışıkla yapılan deney düzeneğinde ikinci prizmayı ışık prizmasından çıkan ışınların önüne ve birinci prizmaya göre ters olacak şekilde (prizmanın tepe kısmını ve tabanını yer değiştirerek) yerleştiriniz. İkinci prizmadan çıkan ışığın rengini ve doğrultusunu gözlemleyiniz.

Değerlendirme

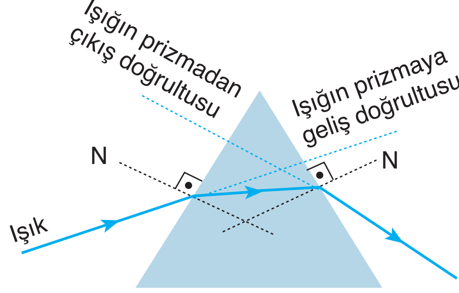
1. Tek renkli ışığın prizmaya girişte ve prizmadan çıkışta izlediği yolu Snell Yasası'yla nasıl açıklarsınız?



2. Beyaz ışığın prizmadan çıkışta altı farklı renge ayrılmasını nasıl yorumlarsınız?

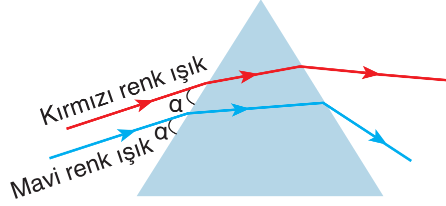


Etkinlikte görüldüğü gibi ışık prizmasına gelen tek renkli ışık Snell Yasası'na uygun olarak davranır. Kırıcılık indisi küçük olan havadan kırıcılık indisi daha büyük olan cama giren tek renkli ışık yüzeyin normaline yaklaşacak şekilde kırılır. Prizmadan çıkışta ise camdan havaya geçtiği için normalden uzaklaşacak şekilde kırılır (Şekil 4.65).



***Şekil 4.65:** Tek renkli ışığın ışık prizmasında izlediği yol*

Farklı renklerdeki ışınlar, gelme açıları eşit olacak şekilde bir ışık prizmasına gönderildiğinde farklı doğrultularda kırılır. Bunun nedeni farklı renklerdeki ışığın frekansının dolayısıyla prizmadaki kırılma açısının farklı olmasıdır. Işığın frekansı büyüdükçe prizmadaki kırılması artar. Örneğin aynı ışık prizmasına eşit açılarla gelen kırmızı ve mavi ışıktan frekansı küçük olan kırmızı ışık, mavi ışığa göre daha az kırılır (Şekil 4.66).

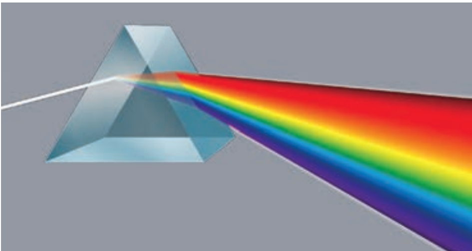


***Şekil 4.66:** Kırmızı ve mavi renkli ışınların ışık prizmasında izlediği yollar*

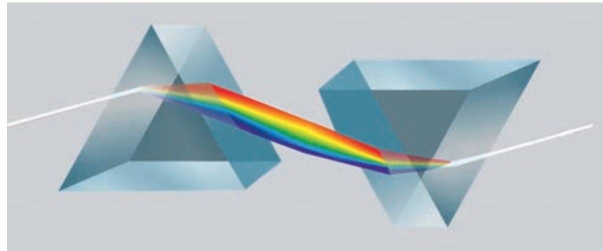
Etkinlikte gözlenen bir başka durum ise ışık prizmasına gelen beyaz ışığın prizma çıkışında insan gözü tarafından algılanan altı farklı renge ayrılmasıdır. Işık prizmasından çıkan ışığın kırılma doğrultularına bakıldığında en az kırılanın kırmızı ışık, en çok kırılanın mor ışık olduğu görülür (Şekil 4.67). Güneş'ten yayılan görünür bölgedeki ışık, beyaz ışık olup prizmadan geçirildiğinde dalga boylarının büyüklüğüne göre sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor ışığa ayrılır. Işık prizmasından çıkan altı farklı renkteki bu ışınların önüne ilk prizmaya ters ikinci bir prizma yerleştirilirse ikinci prizmadan çıkan ışının yine beyaz olduğu görülür (Şekil 4.68).




Konu ile ilgili canlandırmaya ulaşmak için karekodu okutunuz.

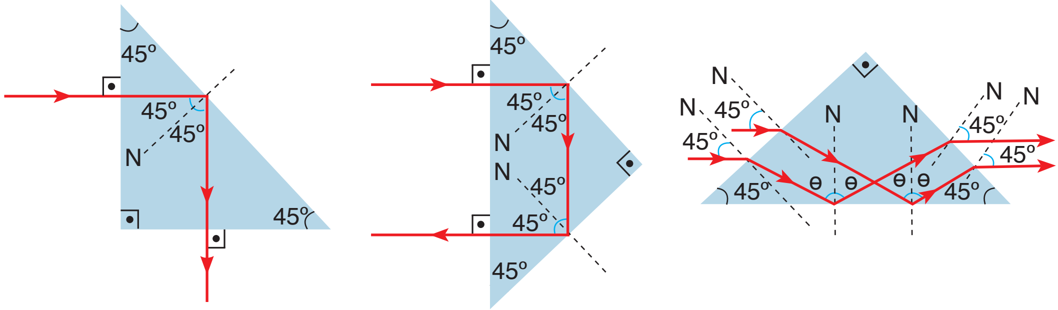


***Şekil 4.67:** Beyaz ışık demetinin prizmada renklere ayrılması*



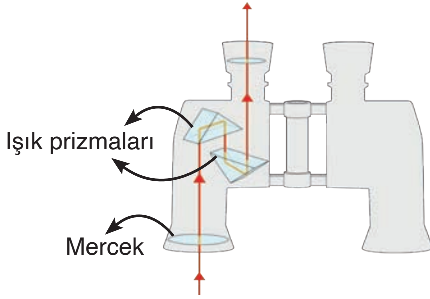
***Şekil 4.68:** Beyaz ışık demetinin prizmalardan geçişi*

Karşılıklı iki yüzeyi ikizkenar dik üçgen şeklinde camdan yapılmış ışık prizmalarına **tam yansımalı prizmalar** denir. Camdan havaya geçişte sınır açısı 42°dir. Cam prizma içine giren ışık, hava ortamına çıkacağı yüzeye bu açıdan daha büyük bir açıyla gelirse prizma içinde tam yansıma yapar. Prizmaya gönderilen tek renkli ışığın gelme açısı doğru ayarlanırsa ışık, prizma çıkışında gelme doğrultusuna göre dik veya paralel olacak şekilde prizmadan dışarı çıkar (Şekil 4.69).

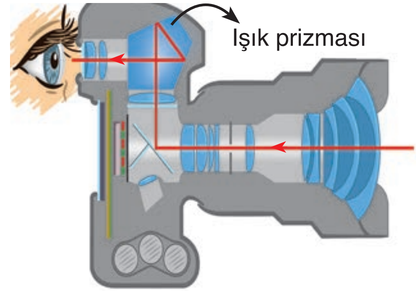


***Şekil 4.69:** Tam yansımalı prizmalara gönderilen tek renkli ışığın izlediği yol*

Günümüzde teleskop, periskop, mikroskop, dürbün (Şekil 4.70) ve fotoğraf makinelerinde (Şekil 4.71) cisimlerden gelen ışığın doğrultusunu göz merceğine yönlendirmek amacıyla ışık prizmalarından yararlanılır.

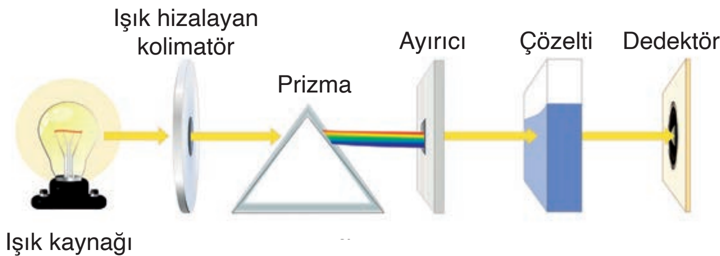


***Şekil 4.70:** Dürbünlerde kullanılan ışık prizmaları*



***Şekil 4.71:** Fotoğraf makinelerinde kullanılan ışık prizması*

Maddelerin ışık ile etkileşimini inceleyerek maddenin özellikleri hakkında bilgi edinmeye yarayan spektroskopilerde ışığın doğrultusunu değiştirmek ya da beyaz ışık tayfını oluşturmak amacıyla ışık prizmaları kullanılır (Şekil 4.72). Gözünde şaşılık bulunan kişilerde iki göz arasındaki kayma yönü ve kayma açısındaki farklılık, ikili ışık prizma sistemi kullanılan cihazlarla ölçülür (Görsel 4.18).



***Şekil 4.72:** Spektroskopi*



***Görsel 4.18:** Şaşılık testi*



BİLGİ KUTUSU

Güneş ışığının bir yağmur damlası içinden iki kez yansımasıyla altlı üstlü ikili gökkuşağı oluşur. Özellikle sabahın erken saatlerinde veya akşama yakın güneşin gökyüzünde alçaldığı zamanlarda oluşan ikinci gökkuşağı, birinci gökkuşağından daha soluk tonlardadır. Bunun nedeni ikinci yansımada birinci yansımaya göre daha az miktarda ışık yayılmasıdır. İkincil gökkuşağının renk sıralaması birincinin tersine olup ikincil gökkuşağı gökyüzünde daha geniş alana yayılır.

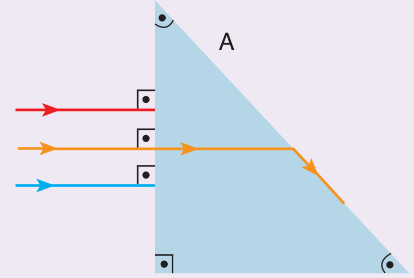




ÖRNEK

Camdan yapılmış ikizkenar dik prizmanın yan yüzeyine dik olarak gönderilen kırmızı, turuncu ve mavi renkli ışıklardan turuncu ışık verilen yolu izliyor.

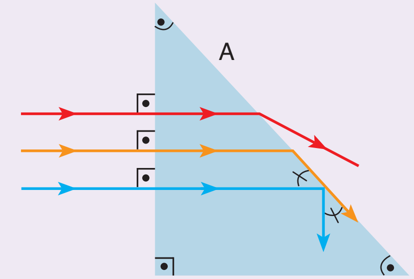
Buna göre kırmızı ve mavi ışığın prizmanın A yüzeyine çarptıktan sonra izlediği yol nasıl olur?





ÇÖZÜM

Her üç ışık, prizmanın A yüzeyine eşit açıyla çarpar. Bu açı turuncu ışık için sınır açısıdır. Kırmızı ışık, turuncu ışığa göre dalga boyu daha büyük olduğundan turuncu ışıktan daha az kırılmaya uğrar. Bu durumda kırmızı ışık normalden uzaklaşacak şekilde kırılarak prizmanın A yüzeyinden dışarı çıkar. Mavi ışığın dalga boyu turuncu ışığın dalga boyundan daha küçüktür. Bu durumda mavi ışık prizmanın A yüzeyinden tam yansıma yapar.



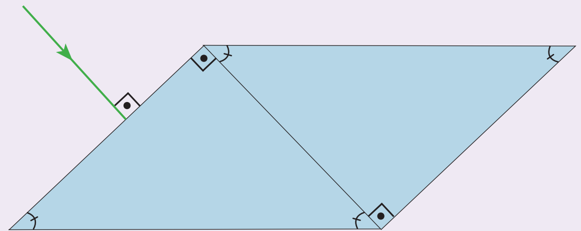


20. SIRA SİZDE

Hava ortamında bulunan ikizkenar ve bir yüzeyleri çakışık dik üçgen şeklindeki özdeş cam prizmalardan birinin yüzeyine dik olarak tek renkli ışık gönderilmiştir.

Buna göre ışığın prizmaları terk edinceye kadar izleyeceği yol nasıl olur? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

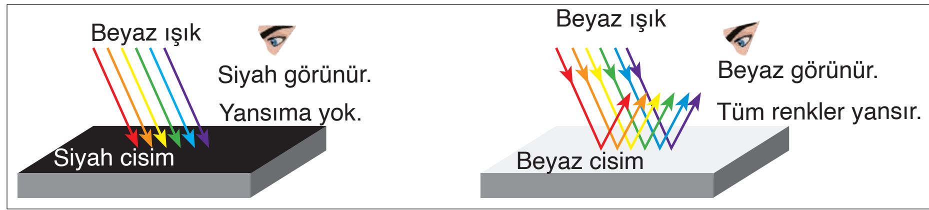
(Camdan havaya geçişte sınır açısı 42°dir.)



4.9. IŞIK VE BOYA RENKLERİ

İnsan gözünün retina tabakasında yer alan koni hücreleri üç farklı renkte ışığa duyarlıdır. Bu renkler kırmızı, mavi ve yeşildir. Cisimlerin hangi renkte görüneceği ise ışık kaynağı, cisim ve cismi gözlemleyen kişinin algısına bağlıdır. Bu üç unsurdan herhangi birinde değişiklik olursa renk algısı da değişir. Örneğin birinin kırmızı gördüğü bir cismi bir başkası farklı algılayarak yeşil görebilir. Bazı hayvanlar (arı, akrep, köpek) insan gözünün algılayamadığı morötesi veya kızılötesi ışınları görebilir.

Sağlıklı bir göze sahip insan cisimlerden gelen ışığın dalga boyu hangi renge karşılık geliyorsa cisimleri o renkte görür. Cisimden yayılan ya da yansıyan ışık yoksa cisim siyah renkte görünür. Ancak cisimden elektromanyetik tayfın görünür bölgesinde tüm dalga boylarındaki ışık yayılıyor ya da yansıyorsa cisim beyaz renkte görünür (Şekil 4.73).



Şekil 4.73: *Siyah ve beyaz renkli cisimlerin beyaz ışıkla aydınlatılması*

Işık İçin Ana, Ara ve Tamamlayıcı Renkler

Eşit yoğunlukta birleştirildiğinde beyaz ışığı oluşturduğu için kırmızı, mavi ve yeşil renkler **ışığın ana renkleridir** (Şekil 4.74). Bu renkler tayf içindeki diğer renklerin karışımıyla oluşturulamaz. Ancak ışığın diğer renkleri bu üç ana rengin değişik oranlarda birleşimiyle oluşturulabilir.

Ana renklerin ikili olarak aynı oranda birleşimleriyle ara renkler oluşur. Sarı, magenta (macenta) ve cyan (sayen) renkler **ışığın ara renkleridir** (Şekil 4.74).



Ana Renkler	Ara Renkler
Kırmızı	Magenta (Kırmızı + Mavi)
Yeşil	Sarı (Kırmızı + Yeşil)
Mavi	Cyan (Yeşil + Mavi)

Kırmızı + Yeşil + Mavi = Beyaz

Şekil 4.74: *Işığın ana ve ara renkleri*

BİLGİ KUTUSU



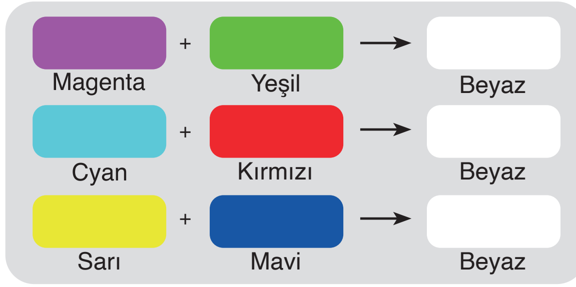
Güneş ışığı beyaz ışık olmasına rağmen Dünya'dan bakıldığında sarı renkte görülür. Oysa Güneş'e atmosfer dışında bulunan uzay araçlarından bakıldığında Güneş'in beyaz renkte olduğu görülmektedir. Bunun nedeni atmosferde mor, mavi ve yeşil renklerin saçılıp diğer ışınların kırılarak yeryüzüne ulaşması ve bu ışınların oluşturduğu renk tonunun sarıya yakın bir renk tonu olmasıdır.

Sarı renkli ışık diğer ara renklerden farklı olarak tek başına saf sarı olabilir, ayrıca kırmızı ve yeşil ışığın eşit oranda karışımıyla da oluşabilir. Saf sarı ışık cam prizmadan geçirildiğinde yine sarı ışık olarak çıkar, karışımdan oluşan sarı ışık cam prizmadan geçirildiğinde kendisini oluşturan kırmızı ve yeşil renklere ayrılır. Güneş'ten yayılan beyaz ışık demetinin içinde dalga boyu 550 nanometre ($1nm = 10^{-9}$ m) olan ışık saf sarı ışıktır. Günümüzde saf sarı ışık yayan LED lambalar genellikle aydınlatma amaçlı birçok alanda kullanılır (Görsel 4.19).



Görsel 4.19: *Saf sarı ışık yayan LED*

İki ana rengin karışımıyla oluşan bir ara renk ile o rengin karışımında bulunmayan diğer ana renk birleştirildiğinde beyaz ışık elde edilir. Bu şekilde birleşimi beyaz ışığı veren bir ana renk ile bir ara renge **tamamlayıcı renkler** denir. Magenta ile yeşil ışık, cyan ile kırmızı ışık ve sarı ile mavi ışık birbirini tamamlayan renklerdir (Şekil 4.75).



Şekil 4.75: *Işıkta tamamlayıcı renkler*

Boyada Ana ve Ara Renkler

Boyalar maddelere renk veren kimyasal yapıdaki renkli pigmentlerden üretilir. Bu pigmentler canlı veya cansız tüm maddelerde bulunur. Boyalı yüzeyler, üzerine düşen beyaz ışığın bazı dalga boylarındaki renklerini soğururken diğer renklerini yansıtır. Boya renklerinde ana renkler, ışık içindeki iki ana rengi yansıtma ve bir ana rengi soğurma durumuna göre belirlenir.

Boyada magenta, sarı ve cyan ana renklerdir. Boyadaki ana renklerden sarı, ışıktaki mavi rengi soğururken kırmızı ve yeşil rengi yansıtır. Magenta ışıktaki yeşili soğururken mavi ve kırmızı rengi yansıtır. Cyan ışıktaki kırmızı rengi soğururken yeşil ve mavi rengi yansıtır. Bu durumda boya ve ışıkta ana ve ara renkler birbirinin tersidir.

Boyada kırmızı, mavi ve yeşil renkler ara renklerdir. Üç ana renk boyanın karışımı siyah rengi oluşturur (Şekil 4.76).



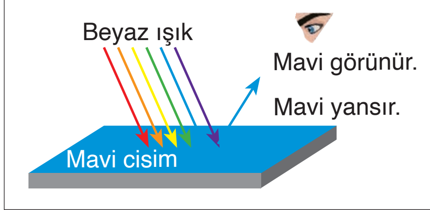
Ana Renkler	Ara Renkler
Magenta	Mavi (Magenta + Cyan)
Sarı	Kırmızı (Magenta + Sarı)
Cyan	Yeşil (Sarı + Cyan)

Magenta + Sarı + Cyan = Siyah

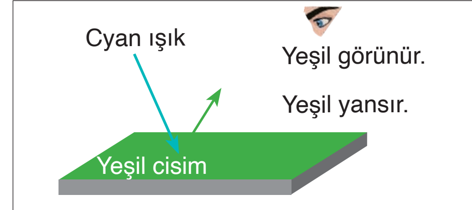
Şekil 4.76: *Boyada ana ve ara renkler*

Cisimlerin Renkli Görünmesi

Cisimler üzerine düşen ışınlardan kendi rengindeki ışığı yansıtırken diğerlerini soğurur. Bu durumda cismin görünen rengi, yansıttığı renk veya renklerin karışımıdır. Örneğin mavi renkli bir cisim üzerine beyaz ışık demeti gönderildiğinde ışık demetinden sadece mavi ışık yansır ve cisim mavi renkte görünür (Şekil 4.77). Yeşil renkli cisme cyan ışık gönderildiğinde cyan ışığı oluşturan mavi renkli ışık soğrulur, yeşil renkli ışık yansır. Böylece cisim yeşil renkte görünür (Şekil 4.78).

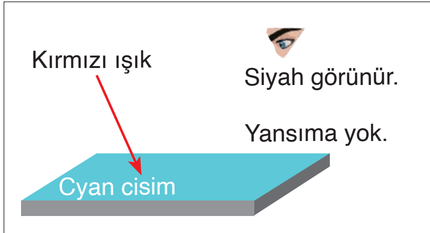


Şekil 4.77: *Mavi cismin beyaz ışıkla aydınlatılması*

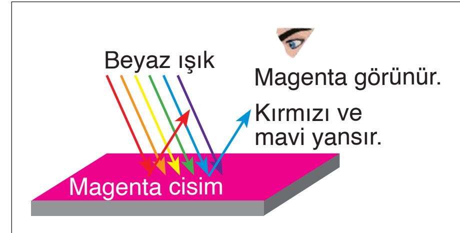


Şekil 4.78: *Yeşil cismin cyan ışıkla aydınlatılması*

Cyan renkli cisme kırmızı ışık gönderildiğinde cisim kırmızı ışığı soğurur. Bu durumda cisim siyah görünür (Şekil 4.79). Magenta renkli cisme beyaz ışık gönderildiğinde cisim kırmızı ve mavi renkli ışıkları yansıtır, diğerlerini soğurur. Böylece cisim magenta görünür (Şekil 4.80).

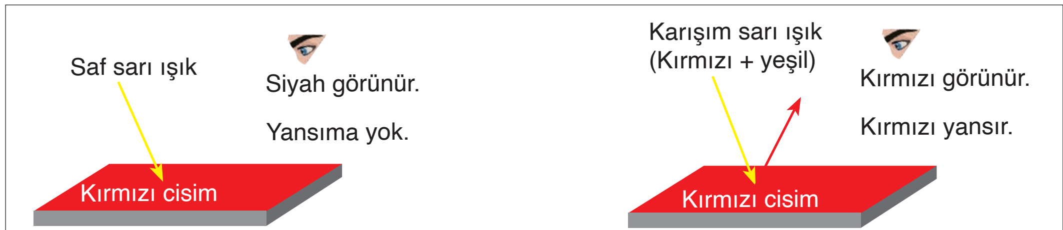


Şekil 4.79: *Cyan cismin kırmızı ışıkla aydınlatılması*



Şekil 4.80: *Magenta cismin beyaz ışıkla aydınlatılması*

Cisme gönderilen sarı renkli ışığın saf veya karışım olması cismin görünen rengini etkiler. Örneğin kırmızı bir cisme saf sarı ışık gönderildiğinde yansıma olmazken karışım sarı ışık gönderildiğinde kırmızı ışık yansır. Bunun sebebi karışım sarı ışığın kırmızı ve yeşil renkli ışığın karışımından oluşmasıdır (Şekil 4.81).



Şekil 4.81: *Kırmızı cismin saf sarı ve karışım sarı renkli ışıkla aydınlatılması*



Görsel 4.20: *Renkli cam filtreleri ve ışık*

Renkli Filtreler

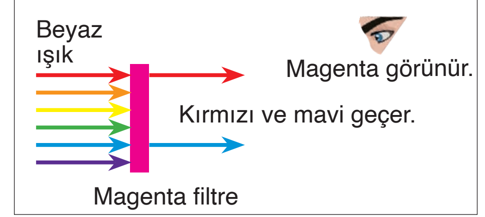
Renkli filtreler, sahip oldukları renklere göre belli dalga boyundaki ışığı geçirip diğer dalga boylarındaki ışığı soğuran saydam maddelerdir. Renkli camlar ve renkli gözlükler renkli filtrelere örnek verilebilir (Görsel 4.20).

Filtreler, üzerine düşen ışıktan kendi rengindeki ışığı geçirirken diğerlerini soğurur. Bu durumda filtrenin arkasından bakan gözlemcinin gördüğü renk, filtrenin geçirdiği renk veya renklerin karışımıdır. Örneğin mavi renkli saydam bir filtreye kırmızı ışık gönderilirse ışık filtrede soğrulur. Bu durumda filtrenin arkasından bakan gözlemciye ışık ulaşmaz. Gözlemci filtreyi siyah görür (Şekil 4.82).



***Şekil 4.82:** Mavi filtreye gelen kırmızı ışık*

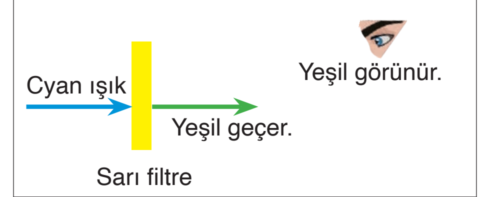
Magenta renkli saydam filtreye beyaz ışık gönderildiğinde kırmızı ve mavi ışık filtreden geçer. Bu durumda filtreden geçen ışıkların bileşimi yine magenta rengini oluşturur (Şekil 4.83).



***Şekil 4.83:** Magenta filtreye gelen beyaz ışık*

Sarı renkli saydam filtreye cyan ışık gönderildiğinde filtre cyanı oluşturan mavi rengi soğurur, yeşil rengi geçirir. Çünkü yeşil renk aynı zamanda sarıyı oluşturan renklerden biridir. Bu durumda filtrenin arkasından bakan gözlemci filtreyi yeşil görür (Şekil 4.84).

Renkli ışık filtreleri fotoğrafçılıkta kullanılır. Örneğin astrofotoğrafçılar, gece gök cisimlerinin fotoğraflarını çekerken kamera ile teleskop önüne ayrı ayrı sarı, cyan ve magenta renkli cam filtreler yerleştirirler. Daha sonra çekimleri birleştirerek gök cisminin renkli görüntüsünü elde ederler.



***Şekil 4.84:** Sarı filtreye gelen beyaz ışık*



ÖRNEK

Karanlık bir ortamda beyaz zemin üzerine mavi küp, cyan silindir ve sarı küre yerleştiriliyor. Zemin ve geometrik cisimlerin üzerine saf sarı ışık düşürülerek cisimlere sarı renkli camdan yapılmış gözlük ile bakılıyor.



Buna göre cisimlerden hangileri görülebilir?



ÇÖZÜM

Beyaz zemin, üzerine düşen tüm ışığı yansıtacağı için zeminden sarı ışık olduğu gibi yansır ve sarı filtreye ulaşır. Sarı filtreden sarı ışık geçer ve zemin sarı renkte görünür. Mavi küp, üzerine düşen sarı ışığı soğurur. Bu durumda küp siyah görünür. Cyan renkli silindir, üzerine düşen sarı ışığı soğurur. Bu durumda silindir siyah görünür. Sarı renkli küre, üzerine düşen sarı ışığı olduğu gibi yansıtır. Küreden yansıyan sarı ışık, sarı filtreden geçer ve küre sarı renkte görünür.

Buna göre cisimlerin görünen renkleri aşağıdaki gibidir.

Zemin: Sarı	Küp: Siyah
Silindir: Siyah	Küre: Sarı

Sarı zemin üzerinde sarı renkli cisimler görünmeyeceği için cisimlerin görünme durumu, sarı zemin üzerinde siyah küp ve siyah silindir şeklinde olur.



Işık şiddeti noktasal bir kaynağın birim zamanda belli bir doğrultuda yaydığı ışık enerjisidir ve I harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **candela** [kandela (cd)] kabul edilir.



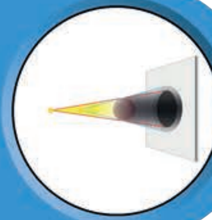
Bir kaynağın **ışık akısı** o kaynaktan birim zamanda her yöne yayılan toplam ışık enerjidir ve **Φ** sembolüyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **lümen** (lm) kabul edilir.



Birim yüzeye düşen ışık akısına **aydınlanma şiddeti** denir ve **E** harfiyle gösterilir. SI birim sisteminde birimi **lüx** [lüks (lx)] kabul edilir.



Yarı saydam maddeler aydınlatıldığında ışığı bir miktar geçirebildiklerinden arka kısımlarında yarı karanlık bir gölge oluşur. Bu tip gölgeye **yarı gölge** adı verilir. Saydam olmayan maddeler ışık kaynağıyla aydınlatıldığında ışığı geçirmediklerinden arkalarında karanlık bir gölge oluşur. Bu tip gölgeye **tam gölge** adı verilir.



Işığın yüzeylere çarparak geldiği ortama geri dönmesine **yansıma** adı verilir.

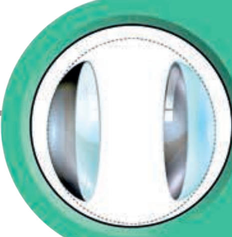
Yansıma Kanunları aşağıdaki gibidir.

1. Gelen ışın, yüzey normali ve yansıyan ışın daima aynı düzlemdedir.
2. Gelme açısı yansıma açısına eşittir.



4. ÜNİTENİN TEMEL KAVRAMLARI

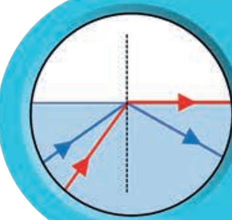
Grafik 4.1: *4. Ünitenin temel kavramları*



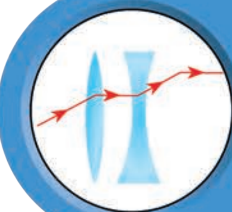
Küresel aynalar yansıtıcı yüzeyi küre parçası olan aynalardır. İç yüzeyi parlatılan küresel aynalara **çukur ayna,** dış yüzeyi parlatılanlara da **tümsek ayna** denir.



Işığın geldiği ortamdan ilerleme doğrultusunu değiştirerek diğer ortama geçmesine **kırılma** adı verilir. Bir ortamın mutlak kırılma indisi ışığın boşluktaki hızının o ortamdaki ortalama hızına oranıdır.



Çok kırıcı ortamdan az kırıcı ortama gönderilen ışık için kırılma açısının 90° olduğu durumdaki gelme açısına **sınır açısı** denir. Sınır açısından daha büyük açıyla gelen ışınlar tam yansımaya uğrayarak geldiği ortama döner.



Asal eksenine paralel gelen ışınları odakta toplayacak şekilde kıran merceklere **ince kenarlı mercek** denir. Asal eksenine paralel gelen ışınları, uzantısı odaktan geçecek şekilde dağıtan merceklere de **kalın kenarlı mercek** denir.



Işıkta ana renkler kırmızı, mavi ve yeşildir. Ara renkler ise magenta, cyan ve sarıdır. Işıkta üç ana rengin birleşimi beyaz ışığı oluşturur. Boyada ana ve ara renkler ışıktaki ana ve ara renklerin tersidir.



4. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1-11. sorularda boş bırakılan yerlere gelecek kelimeleri aşağıdaki kutucuklardan bularak yerleştiriniz.

yaklaşacak	arttıkça	kalın kenarlı
çukur	prizmada	yeşil
tümsek	tam gölge	mavi
ince kenarlı	tam yansıma	opak
tanecik	sanal	serap

1. Newton, ışığın ……….…... şeklinde yayıldığını ifade etmiştir.

2. Noktasal bir kaynak ile perde arasına saydam olmayan cisim konulursa perdede ……….........….... oluşur.

3. Işığı hiç geçirmeyen maddeler ……….…... madde olarak tanımlanır.

4. Noktasal bir ışık kaynağının ışık şiddeti ……….…... aydınlanma şiddeti artar.

5. Düzlem aynada cisimlerin daima ……….…... görüntüsü oluşur.

6. Bir kişinin .... aynadaki görüntüsünün boyu daima kendi boyundan daha küçüktür.

7. Işık, kırıcılık indisi küçük olan ortamdan kırıcılık indisi büyük olan ortama geçerken yüzeyin normaline ……….…... şekilde kırılır.

8. Hava ortamında bulunan ve camdan yapılmış .... mercek ışığı toplarken .... mercek ışığı dağıtır.

9. Kırmızı, ……….…... ve ……….…... renklere ışığın ana renkleri denir.

10. Işık farklı sıcaklıklarda hava katmanları arasında tam yansıma yaparsa ……….…... olayı meydana gelir.

11. Fiber optik kabloda ışık ……….…... yaparak ilerler.

4. ÜNİTE ● OPTİK ● ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

12-34. çoktan seçmeli soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

12. Aydınlanma şiddeti ile ilgili verilen yargılardan hangisi yanlıştır?

A) Kaynak ile yüzey arasındaki uzaklığının karesi ile ters orantılıdır.

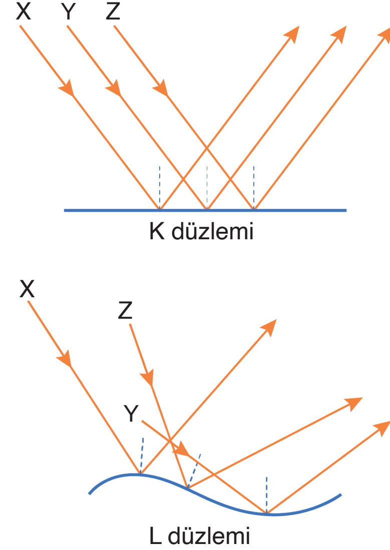
B) SI birim sisteminde birimi lümendir.

C) Kaynağın ışık şiddeti ile doğru orantılıdır.

D) Yüzeydeki ışık akısı ile doğru orantılıdır.

E) Işığın gelme açısının kosinüsü ile doğru orantılıdır.

13. K ve L düzlemlerine gelen X, Y ve Z paralel ışın demeti ve yansımaları verilmiştir.



Buna göre

I. L düzlemine gelen ışınların gelme açısı yansıma açısına eşit değildir.

II. L düzleminden yansıyan ışınlar Yansıma Kanunları'na uygun davranır.

III. K düzleminden ışınlar düzgün yansımıştır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

14. Bir kaynağın ışık akısı ile ilgili olarak

I. Birim zamanda her yöne yayılan toplam ışık enerjisidir.

II. SI birim sisteminde birimi lüx kabul edilir.

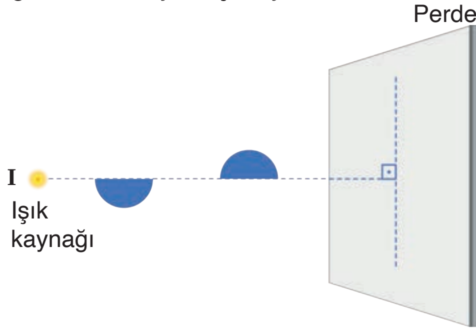
III. Kaynağın ışık şiddetiyle doğru orantılıdır.

verilen yargılardan hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

15. Yarım küre şeklinde saydam olmayan iki cisim karanlık odada noktasal bir ışık kaynağının önüne yerleştiriliyor.

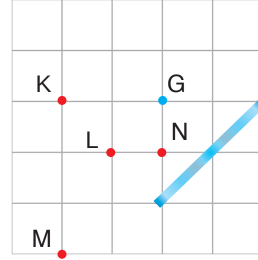


Buna göre perde üzerinde oluşan gölge şekli aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A) B)

C) D) E)

16. Eşit karelere bölünmüş ortamda bir düzlem ayna önüne K, L, M ve N noktasal cisimleri yerleştirilmiştir.

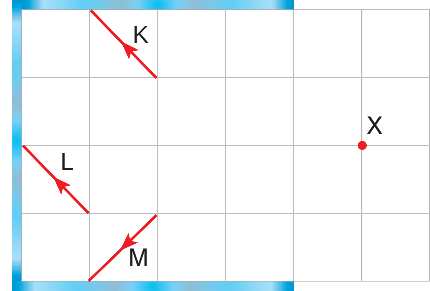


Buna göre G konumundan aynaya bakan gözlemci aynadan hangi cisimleri görebilir?

A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve L

D) L ve M E) K, L ve N

17. Eşit karelere bölünmüş ortamda birbirine dik olarak konumlandırılmış üç düzlem aynadan oluşan düzeneğe K, L ve M ışınları gönderiliyor.



Buna göre hangi ışınlar aynalardan yansıdıktan sonra X noktasından geçer?

A) Yalnız K B) K ve L C) K ve M

D) L ve M E) K, L ve M

18. Küresel aynaların odak uzaklığı

I. Kullanılan ışığın rengi

II. Aynanın kesildiği kürenin eğrilik yarıçapı

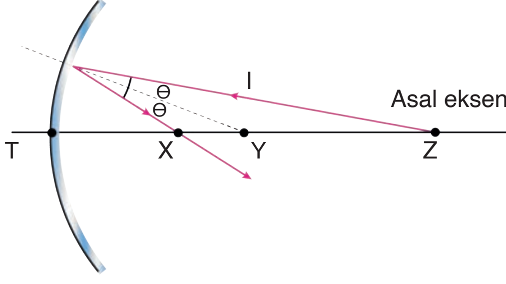
III. Aynanın içinde bulunduğu saydam ortamın cinsi

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

19. Bir çukur aynaya gönderilen I ışını şekildeki yolu izleyerek yansıyor.



Buna göre

I. X noktası aynanın odağıdır.

II. Y noktası aynanın merkezidir.

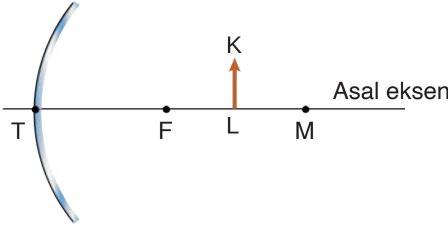
III. | XY | = | YZ | dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

20. Bir çukur aynanın odak ile merkez noktaları arasına asal eksene dik KL cismi yerleştirilmiştir.



Cismin aynada oluşan görüntüsü için

I. Boyu cismin boyundan küçüktür.

II. Merkezin dışındadır.

III. Terstir.

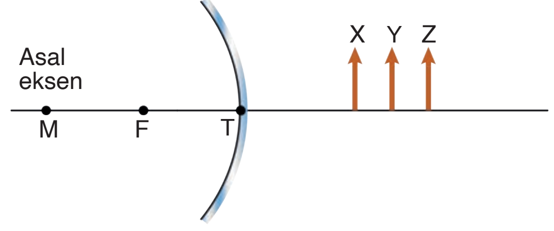
IV. Boyu cismin boyundan büyüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I, II ve III B) I, II ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

21. Bir tümsek aynanın önüne asal eksene dik özdeş X, Y ve Z cisimleri şekildeki gibi yerleştiriliyor.



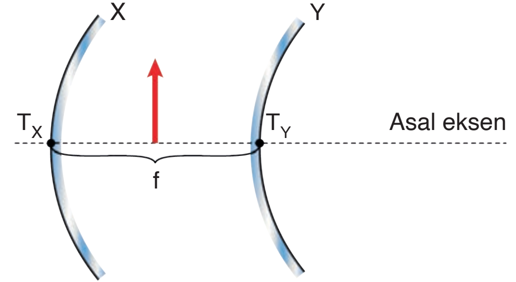
Buna göre cisimlerin aynadaki görüntülerinin boyları h_X, h_Y ve h_Z arasındaki ilişki nedir?

A) $h_Y > h_X > h_Z$ B) $h_X > h_Z > h_Y$

C) $h_X > h_Y > h_Z$ D) $h_Z > h_Y > h_X$

E) $h_Z > h_X > h_Y$

22. Odak uzaklıkları eşit ve f olan X çukur aynası ile Y tümsek aynası arasına asal eksene dik bir cisim yerleştiriliyor.



Cismin aynalarda oluşan ilk görüntüleri ile ilgili olarak verilen

I. Her iki aynada da görüntüler sanaldır.

II. Her iki aynada da görüntünün boyu cismin boyundan büyüktür.

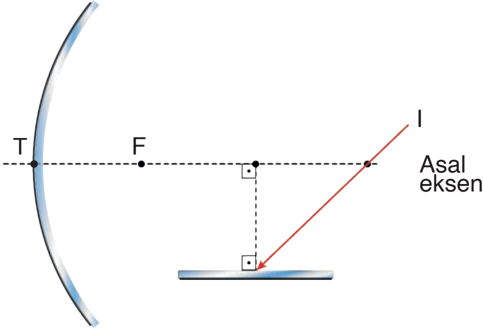
III. Cisim tümsek aynaya doğru kaydırılırsa her iki aynadaki görüntü küçülür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

23. Asal eksene paralel yerleştirilen bir düzlem ayna ile odak noktası F olan bir çukur ayna verilmiştir. Düzlem aynaya şekildeki gibi I ışını gönderiliyor.



Buna göre I ışını optik sistemi nasıl terk eder?
(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

A)

B)

C)

D)

E)

24. Aynalarda görüntünün özellikleri ve aynaların kullanım alanı ile ilgili olarak

I. Büyük görüntünün istendiği makyaj aynalarında çukur ayna kullanılır.

II. Kavşaklarda sürücülere daha fazla görüş alanı sağlamak için düzlem ayna kullanılır.

III. Aynaya bakan kişinin kendi boyutlarındaki düz görüntüsünü görebilmesi için boy aynalarında tümsek ayna kullanılır.

verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

25. Ayşe Hanım, yeni aldığı ayakkabısını incelemek için göz hizasının altında bulunan bir aynaya bakıyor fakat ayakkabılarını göremiyor.



Ayakkabılarını görebilmesi için

I. Aynaya biraz daha yaklaşmak

II. Aynanın üst kısmını kendine doğru ok yönünde biraz eğmek

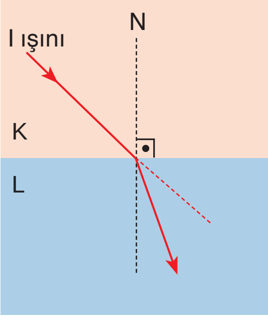
III. Aynayı göz hizasına gelecek şekilde düşey doğrultuda biraz yukarı kaldırmak

işlemlerinden hangilerini yapabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

26. Saydam K ortamından saydam L ortamına geçen tek renkli I ışınının izlediği yol verilmiştir.



Buna göre L ortamına geçen I ışını ile ilgili olarak

I. Ortalama hızı azalır.

II. Frekansı değişmez.

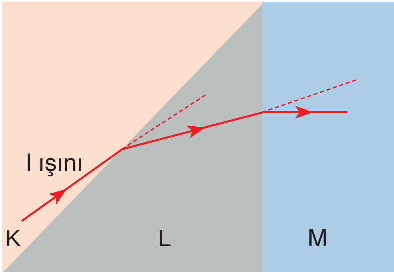
III. Dalga boyu azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

27. Tek renkli I ışınının, kırıcılık indisleri n_K, n_L ve n_M olan K, L ve M saydam ortamlarında izlediği yol verilmiştir.



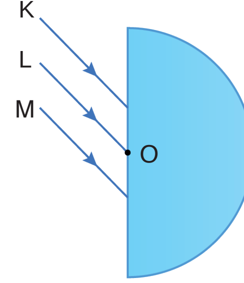
Buna göre ortamların kırıcılık indisi arasındaki ilişki nedir?

A) $n_M > n_K > n_L$ B) $n_K > n_M > n_L$

C) $n_L > n_K > n_M$ D) $n_M > n_L > n_K$

E) $n_K > n_L > n_M$

28. Aynı renkte birbirine paralel K, L ve M ışınları hava ortamında bulunan O merkezli camdan yapılmış yarım küreye gönderiliyor.

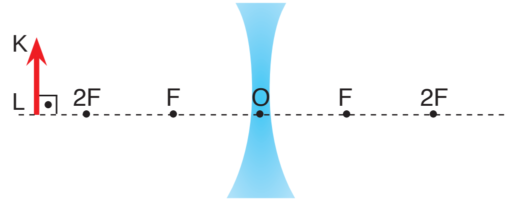


Buna göre K, L ve M ışınlarından hangileri küreden çıkarken kırılmaya uğrayabilir?

A) Yalnız L B) K ve M C) K ve L

D) L ve M E) K, L ve M

29. KL cismi kalın kenarlı bir merceğin asal eksenine dik ve sonsuz ile 2F noktası arasına yerleştiriliyor.



Cismin mercekte oluşan görüntüsü için

I. Terstir.

II. Boyu cismin boyundan küçüktür.

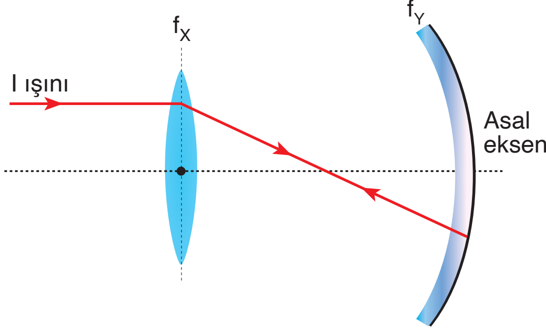
III. Cisimle aynı tarafta ve O ile F arasındadır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

30. Asal eksenleri çakışık olan ince kenarlı mercek ve çukur aynadan oluşan optik sistemde asal eksene paralel gönderilen tek renkli I ışınının izlediği yol verilmiştir. İnce kenarlı merceğin odak uzaklığı f_X ve çukur aynanın odağı f_Y dir.

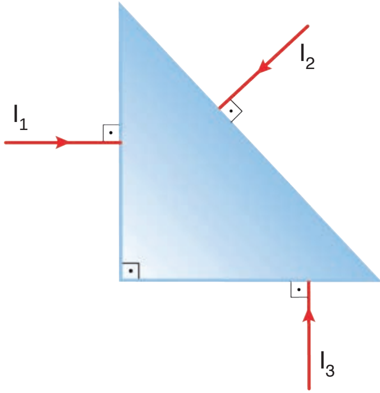


Buna göre mercek ile ayna arasındaki uzaklık hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) $2f_X - f_Y$ B) $f_X + f_Y$ C) $f_X - f_Y$

D) $f_X - 2f_Y$ E) $f_X + 2f_Y$

31. Hava ortamında bulunan ikizkenar dik üçgen şeklindeki cam prizmaya tek renkli I_1, I_2 ve I_3 ışınları gönderiliyor.



Buna göre hangi ışınlar gelme doğrultusuna paralel olarak prizmayı terk eder?
(Camdan havaya geçiş açısı 42°dir.)

A) Yalnız I_1 B) Yalnız I_2 C) I_1 ve I_3

D) I_2 ve I_3 E) I_1, I_2 ve I_3

32. Işık prizması, ayna ve mercek gibi optik araçlar çeşitli görüntüleme cihazlarında kullanılır.

Buna göre

I. Periskop

II. Dürbün

III. Mikroskop

cihazlarının hangilerinde tam yansımalı prizma kullanılır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

33. Orman yangınlarına neden olabilecek atıkları toplayan bir grup öğrenci bu amaçla

I. Cam şişe

II. Plastik poşet

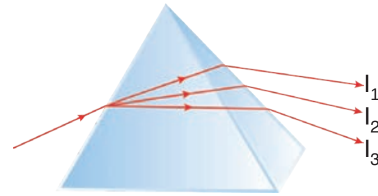
III. Meyve kabukları

atıklarından hangilerini öncelikle toplamalıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

34. Bir ışık prizmasına gönderilen çok renkli ışığın izlediği yollar verilmiştir.

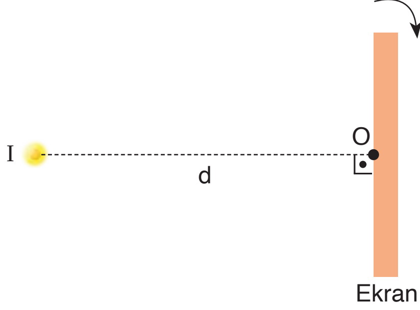


Buna göre I_1, I_2 ve I_3 ışınlarının rengi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I_1	I_2	I_3
A)	Kırmızı	Mor	Turuncu
B)	Mavi	Sarı	Kırmızı
C)	Kırmızı	Yeşil	Mavi
D)	Mavi	Yeşil	Kırmızı
E	Yeşil	Mavi	Kırmızı

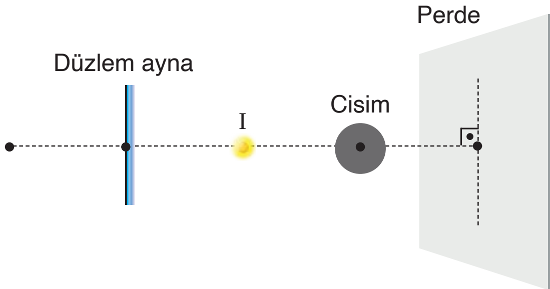
35-49. soruların cevaplarını boş bırakılan alanlara yazınız.

35. Düz bir ekranın d uzaklığına ışık şiddeti I olan ışık kaynağı yerleştirilmiştir. Işık kaynağının O noktasında oluşturduğu aydınlanma şiddeti E'dir.



Ekran ok yönünde bir miktar döndürüldüğünde O noktasındaki aydınlanma şiddeti nasıl değişir?

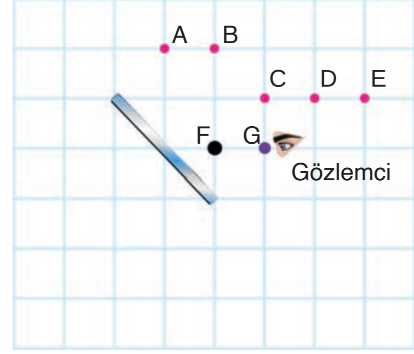
36. Karanlık ortamda düzlem bir ayna, saydam olmayan küresel cisim ve beyaz perdeden oluşan sistemde düzlem ayna ile engelin tam ortasına I noktasal ışık kaynağı yerleştirilmiştir.



Buna göre beyaz perdede oluşan gölgeyi şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

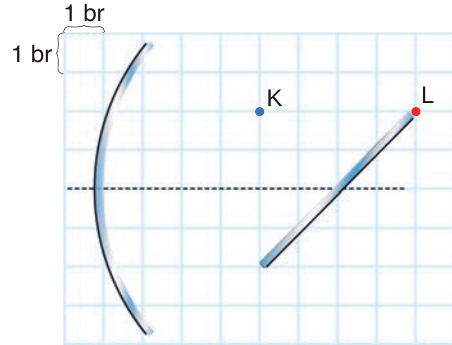
(Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

37. Düzlem bir aynanın önüne saydam A, B, C, D ve E noktasal cisimleri ile saydam olmayan F cismi yerleştirilmiştir.



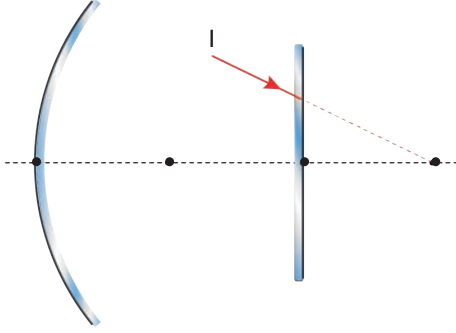
Buna göre düzlem aynaya G noktasından bakan bir gözlemci aynadan hangi cisimleri görebilir?

38. Eşit karelere bölünmüş sistemde K ışıklı cisminden çıkan ışınlar önce düzlem sonra çukur aynadan yansıyarak görüntü oluşturuyor.



Oluşan görüntünün konumu L noktası olduğuna göre çukur aynanın odak uzunluğu kaç birimdir?

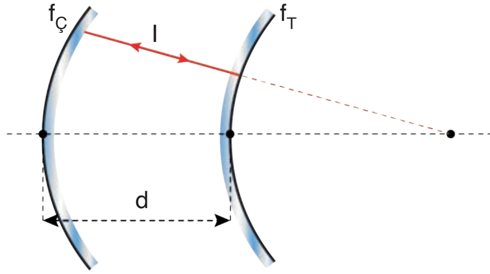
39. Odak uzaklığı f olan bir çukur ayna ile bir düzlem aynadan oluşan sistem verilmiştir.



Buna göre düzlem aynaya gönderilen I ışınını çukur aynadan nasıl yansır? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

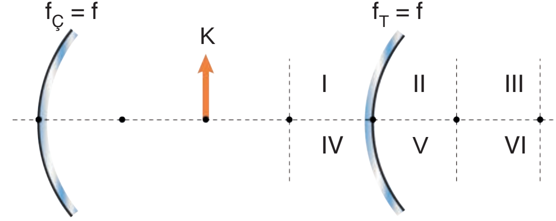
(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)

40. Odak uzaklığı $f_Ç$ olan çukur ayna ile odak uzaklığı f_T olan tümsek ayna asal eksenleri çakışacak şekilde yerleştiriliyor. Ayna sistemine gönderilen I ışınının izlediği yol verilmiştir.



Buna göre aynalar arasındaki d uzaklığı $f_Ç$ ve f_T cinsinden nedir?

41. Asal eksenleri çakışık ve odak uzaklıkları f olan küresel aynalar arasına asal eksene dik bir K ışıklı cismi yerleştirilmiştir. K cisminden çıkan ışınlar, önce çukur aynadan sonra da tümsek aynadan yansıyarak K cisminin bir görüntüsünü oluşturuyor.



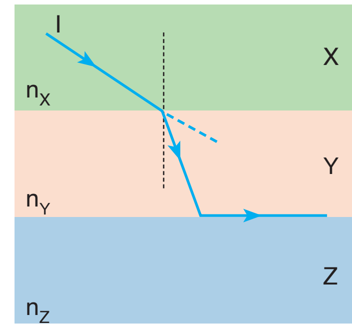
Buna göre

a) **K cisminin tümsek aynada oluşan görüntüsü hangi bölgededir?**

b) **Görüntünün özellikleri nelerdir?**

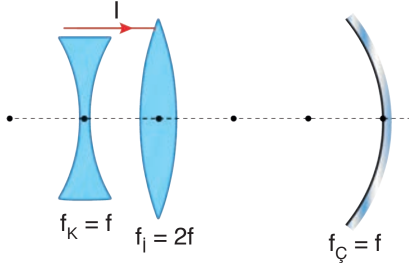
(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)

42. Kırıcılık indisleri n_x, n_y ve n_z olan paralel X, Y ve Z saydam ortamlarından X ortamından gönderilen I ışınının izlediği yol şekilde verilmiştir.



Buna göre ortamların kırıcılık indisleri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

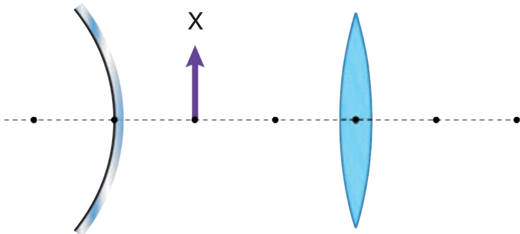
43. Asal eksenleri çakışacak şekilde yerleştirilen kalın ve ince kenarlı mercek ile çukur aynanın odak uzaklıkları verilmiştir. İnce kenarlı merceğe asal eksenine paralel olacak şekilde I ışını gönderiliyor.



Buna göre I ışınının sistemi terk edinceye kadar izleyeceği yolu şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)

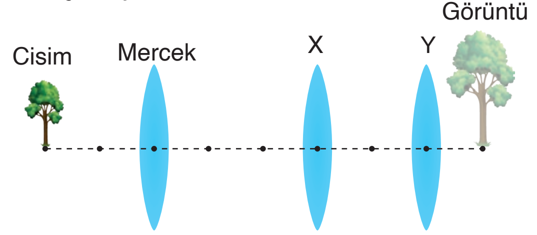
44. Asal eksenleri çakışık ve odak uzaklıkları f olan tümsek ayna ile ince kenarlı mercek arasına asal eksene dik ışıklı X cismi yerleştirilmiştir.



Buna göre X cisminin ince kenarlı mercekte oluşan görüntüsü tümsek aynada nasıl bir görüntü oluşturur?

(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve f kadardır.)

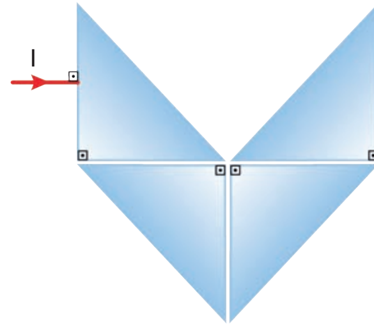
45. Odak uzaklığı d olan ince kenarlı mercekten 2d uzaklığa bir cisim yerleştiriliyor. Merceğin diğer tarafına ise mercekten 3d ve 5d uzaklıklara X ile Y ince kenarlı mercekler yerleştiriliyor. Y merceğinden kırılan ışınlar sonra cismin düz ve büyük görüntüsünü oluşturuyor.



Buna göre X ve Y merceklerinin odak uzaklıkları kaç d olabilir?

(Noktalar arası uzaklıklar eşit ve d kadardır.)

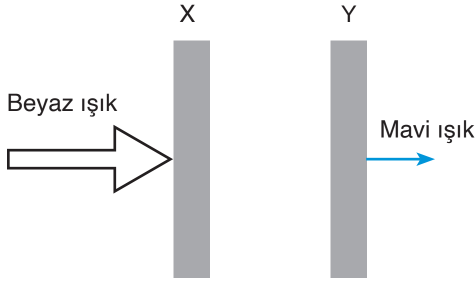
46. Hava ortamında bulunan camdan yapılmış özdeş ikizkenar dik prizmalar ve yerleşim düzeni verilmiştir. Prizmalardan birinin yüzeyine dik olacak şekilde tek renkli I ışını gönderiliyor.



Buna göre ışının prizmaları terk edinceye kadar izleyeceği yol nasıl olur? Şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

(Camdan havaya geçişte sınır açısı 42°dir.)

47. Farklı renkteki saydam X ve Y filtreleri art arda yerleştirilmiştir. X filtresine beyaz ışık gönderildiğinde Y filtresinden sadece mavi renkli ışık geçiyor.

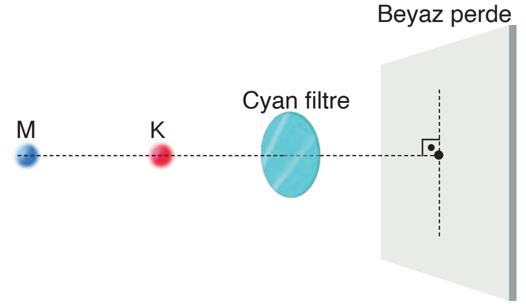


Buna göre X ve Y filtrelerinin rengi ne olabilir?

48. Güneş ışığı altında bulunan kırmızı renkteki domates ve sarı renkteki elmaya her iki camı aynı renkte olan gözlükle bakıldığında meyveler yine kendi renklerinde görülüyor.

Buna göre gözlük camının rengi nedir?

49. Noktasal M mavi ışık kaynağı ve K kırmızı ışık kaynağı ile Cyan renkli saydam ışık filtresi ve beyaz perde, merkezleri aynı doğrultuda olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Buna göre perde üzerinde oluşan görüntüyü şekil üzerinde çiziniz ve oluşan renkleri belirtiniz.



Ünite ile ilgili daha fazla soruya ulaşmak için karekodu okutunuz.



Ünite kavramları ile ilgili bulmacayı çözmek için karekodu okutunuz.

BÜYÜKLÜKLER, BİRİM VE SEMBOLLER

KİTAPTA KULLANILAN BAZI BÜYÜKLÜKLERİN SEMBOLLERİ, BİRİMLERİ VE BİRİM SEMBOLLERİ

Büyüklük	Büyüklüğün Sembolü	SI Birimi	Birim Sembolü
Uzunluk	L	metre	m
Alan	S	metrekare	m^2
Hacim	V	metreküp	m^3
Kütle	m	kilogram	kg
Zaman	t	saniye	s
Hız	v	metre/saniye	m/s
Akım şiddeti	I	amper	A
Özkütle	d	kilogram/metreküp	kg/m^3
Kuvvet	F	newton	N
İş	W	joule (Newton.metre)	J (N.m)
Potansiyel enerji	E_p	joule	J
Elektriksel yükü	q	coulomb	C
Direnç	R	ohm	Ω
Potansiyel farkı	V	volt	V
Elektrik alanı	E	newton/coulomb	N/C
Güç	P	watt	W
Öz direnç	ρ	ohm.metre	Ω.m
Sıcaklık	T	kelvin	K
Elektromotor kuvveti	ε	volt	V
Basınç	P	pascal	Pa
Periyot	T	saniye	s
Frekans	f	hertz	Hz
Dalga boyu	λ	metre	m
Işık şiddeti	I	candela	cd
Işık akısı	Φ	lümen	lm
Aydınlanma şiddeti	E	lüks	lx

KİTAPTA KULLANILAN BAZI FİZİKSEL SABİTLERİN DEĞERLERİ

Fiziksel sabit	Sembolü	Değeri
Elektronun yükü	e^-	$1{,}62 \cdot 10^{-19}$ C
Elektronun kütlesi	m_e	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg
Protonun kütlesi	m_p	$1{,}67265 \cdot 10^{-27}$ kg
Yer çekim ivmesi (ortalama)	g	$9{,}80665$ m/s^2
Pi sayısı	π	3,141 592 653 589 793 238
Boşlukta ışık hızı	c	$2\,998 \cdot 10^8$ m/s

SÖZLÜK

A-B-C

akışkan : Üzerine kuvvet uygulandığı zaman bu kuvvete karşı koymayan ve şekil değiştiren maddeler.
akustik : Ses dalgalarının oluşumunu, iletimi ve algılama sürecini çeşitli ölçüm yöntemleri ile inceleyen bilim dalı.
amplifikatör : Elektronik sinyalleri arttırmak için kullanılan elektronik cihazlar.
atma : Gergin bir ip, tel ya da yaydaki ani sarsılma sonucu oluşan şekil değişikliği.
batarya : Kimyasal reaksiyonlar sonucunda elektrik enerjisini depolayabilen, (+) ve (-) uçları bir cihaza bağlandığında gerekli elektrik akımını sağlayan çeşitli tip ve ölçülerdeki aygıtlar.
cihaz : Aygıt, alet, takım.
cisim : Doğada element, bileşik veya bunların karışımları hâlinde bulunan, kütlesi ve ağırlığı olan, maddenin şekil almış durumu.

D-E-F

dalga leğeni : Su dalgasında dalga hareketinin temel değişkenlerini laboratuvarda incelemek için kullanılan düzenek.
diyapazon : Titreştirildiğinde ana seslerden birini veren, U biçiminde, küçük bir çelik araç.
erime : Katı maddenin ısı alarak sıvı hâle geçmesi.
erime sıcaklığı : Katı bir maddenin ısı alarak sıvı hâle geçmeye başladığı sıcaklık noktası.
esnek ortam : Üzerine bir kuvvet uygulandığında şekil değiştiren, kuvvet etkisi kaldırıldığında ilk durumuna geri dönebilen ortamlar.
fiber optik : Çok ince ve hassas üretilmiş saf bir cam üzerinden ışığın iletilmesi prensibiyle çalışan sistem.

H-I-İ

hidrolik sistem : Sıkıştırılamaz özellikteki akışkanların kullanıldığı, elde edilen basınçlı akışkan yardımı ile çeşitli hareketlerin ve kuvvetlerin üretildiği sistemler.
hidrostatik : Sıvıların dengesini ve kaplar üzerinde yaptıkları basıncı konu alan fizik dalı.
homojen : Her yerinde aynı özellik gösteren karışımlar.
ışın : Bir ışık kaynağından çıkarak her yöne yayılan ışık demeti.
infografik : Bilgi, veri ve bilgi birikimlerini görsel olarak sergileyen grafikler.
iyon : Bir veya daha çok elektron kazanmış veya yitirmiş bir atom veya bir atom grubundan oluşmuş elektrik yüklü parçacık.

K-L-M-N

kılcallık : Kılcal borularda sıvıların yükselmesi veya alçalması olayıdır.
kolimatör: Cihazdan çıkan ışınları rastgele dağılmamaları için belirli bir doğrultuya yönlendirmeye ya da daraltmaya yarayan bir cihazdır.
kronometre : Süreölçer.
kamera : Görüntülerin filme alınmasını sağlayan alet, alıcı.
LASER : Aynı frekansta güçlendirilmiş ışık demeti.
manyetosfer : Manyetik alanın parçacık hareketlerinde baskın olduğu, Yer'i saran katmana denir.
matematiksel : Bir sistemin matematiksel kavramlar ve dil kullanılarak tanımlanmasıdır.
model : Tasarlanan ürünün tanıtım veya deneme amacıyla üretilen ilk örneği, prototip.
nicelik : Bir şeyin sayılabilen, ölçülebilen veya azalıp çoğalabilen durumu, kemiyet, miktar, kantite.
nötron : Yaklaşık olarak proton ağırlığında ve elektrik yüklü olmayan ve atom çekirdeğinde bulunan parçacık.

O-Ö-P

odak : Bir ışık kaynağından yayılan ışınların toplandığı yer, mihrak, fokus.
optik : Fizik biliminin ışık olaylarını inceleyen kolu.
özdeş : Her türlü nitelik bakımından eşit olan, aralarında fark bulunmayan.
palet : Tankın veya bazı iş makinelerinin her türlü arazide yol almasını sağlayan, iki yanındaki tekerleklerini içine alan metal şerit, tırtıl.
parabol : Bir düzlemde alınan sabit bir "d" doğrusu ile sabit bir "F" noktasından eşit uzaklıktaki noktaların geometrik yerleştirilmesi.
piston : Bazı araçlarda, motorlarda bir silindir içinde düzenli hareket eden daha küçük çaplı silindir, itenek.

R-S-T

retina : Görmeyi sağlayan, ışığa ve renge duyarlı hücrelerin bulunduğu göz tabakası.
röle : Düşük akımlar kullanarak yüksek akım çeken cihazlarda anahtarlama görevi için kullanılan devre elemanıdır.
sensör : Amacı ortamdaki olayları veya değişiklikleri tespit etmek ve bilgileri diğer elektronik cihazlara genellikle bir bilgisayar işlemcisine göndermek olan bir cihaz, modül, makine veya alt sistemdir.
sigorta : Elektrik devresinde aşırı akım geçişlerinde devre bağlantısını keserek güvenliği sağlayan kazayı önleyen düzenek.
simülasyon : Benzetim.
tansiyon : Kan basıncı.
tsunami : Okyanus tabanında meydana gelen büyük çaplı hareketlenme sonucu ortaya çıkan dev deniz dalgalarıdır.
teleskop : Gök cisimlerinden gelen ışınımın bir noktada odaklanması sonucunda daha parlak ve daha büyük görünmesini sağlayan sistemler.

U-V-Y-Z

uğultu : Gürültülü, boğuk ve anlaşılmaz ses, uğuldama sesi.
vana : Boru içindeki bir akışkanın akışını durdurmaya veya serbest bırakmaya yarayan alet, valf.
yüksek gerilim : Otuz altı bin volt ile yüz yetmiş bin volt aralığındaki gerilimler.
zar : İnce perde veya örtü.

KAYNAKÇA

[1] Akşit, F. (2011). Atmosfer Basıncı Konusunun Deney Yöntemi ile Öğretimi. *Education Sciences,* 6(3), 2210-2228.

[2] Ateş, F. M., Teber A. ve Güngör, O. (2019). Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma. Bayburt: *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi,* 2(2), 336-347.

[3] Aykutlu, I. ve Şen, A. İ. (2011). Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesinde ve Giderilmesinde Analojilerin Kullanılması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi,* 5(2), 221-250.

[4] Demirhan, E., Önder, İ. ve Beşoluk, Ş. (2017). Lise Öğrencilerinin ve Öğretmen Adaylarının Atmosfer Basıncını, Etkileyen Faktörleri ve İlişkili Günlük Hayat Problemlerini Açıklayabilme Durumlarının İncelenmesi. Sakarya: *Sakarya Üniversitesi Eğitim Dergisi,* 7(3), 658-683.

[5] Giancoli, D. C. (2009). *Fen Bilimcileri ve Mühendisler İçin Fizik.* (G. Önengüt, Çev.). Ankara: Akademi.

[6] Hamper, C. (2014). *Physics SL* (2nd ed.). London: Pearson Education.

[7] Kantaroğlu, Ö. (2009). Yağmur Suyu Hasadı Plan ve Hesaplama Prensipleri. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,* 6(9).

[8] Karaoğlu, B. (2015). *Üniversiteler İçin Fizik.* Ankara: Seçkin.

[9] Kerr, G. ve Ruth, P. (2008). *Physics* (third edition) Melton: IBID Press.

[10] Kızıltan, E. ve Dalkılıç, N. (2021). Elektrofizyolojinin Tarihsel Serüveni: Galvani Öncesi Dönem. Mersin: *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi,* 11 (3), 429-440.

[11] Polat, H. H. (2012). Renk Teorisi ve Temel Yanılgılar. Konya: *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (28), 165-173.

[12] Polat, M. ve Tatar Yıldırım, L. (2018). Fiz 217 Titreşim ve Dalgalar Ders Notları. Ankara: *Hacettepe Üniversitesi, Fizik Mühendisliği Bölümü.*

[13] Raymond A. Serway, R. J. (2011). *Fen ve Mühendislik için Fizik 2, Elektrik ve Manyetizma-Işık ve Optik.* (K. Çolakoğlu, Çev. Ed.). Ankara: Palme.

[14] Raymond A. Serway, R. J. (2016). *Fen ve Mühendislik için Fizik 1, Mekanik-Mekanik Dalgalar-Termodinamik.* (K. Çolakoğlu, Çev. Ed.). Ankara: Palme.

[15] Yaylacı, Ö. A., Yamak, H., ve Kavak, N. (2011). Examining Pre-Service Science Teachers Opinion About Holistic Approach in Science: Elektrical Energy Example. P*rocedia-Social and Behavioral Sciences,* 15, 2764-2770.

[16] Young, H. D., Freedman, R. A. ve Ford, A. L. (2009). *Sears ve Zemansky'nin Üniversite Fiziği* (H. Ünlü, Çev.). İstanbul: Pearson Education.

Not: Kaynakça APA 6.0'a göre düzenlenmiştir.





Kitabın cevap anahtarına ulaşmak için karekodu okutunuz.





Kitabın görsel, genel ağ ve e-içerik kaynakçasına ulaşmak için karekodu okutunuz.